



## Un bassin, un volcan : lithostratigraphie du site acheuléen de Notarchirico (Venosa, Basilicata, Italia).

Jean-Paul Raynal, Gérard Vernet, David Lefevre, Geneviève Papy

### ► To cite this version:

Jean-Paul Raynal, Gérard Vernet, David Lefevre, Geneviève Papy. Un bassin, un volcan : lithostratigraphie du site acheuléen de Notarchirico (Venosa, Basilicata, Italia).. Notarchirico. Un sito del Pleistocene medio-antico nel bacino di Venosa (Basilicata)., Osanna, pp.175-205, 1999. halshs-00004981v2

**HAL Id: halshs-00004981**

**<https://shs.hal.science/halshs-00004981v2>**

Submitted on 24 Oct 2005

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Lithostratigraphie du site acheuléen de Notarchirico

JEAN-PAUL RAYNAL<sup>1</sup>, DAVID LEFÈVRE<sup>2</sup>, GÉRARD VERNET<sup>3</sup>, avec la collaboration de GENEVIÈVE PAPY<sup>1</sup>

Les fouilles entreprises dans le bassin de Venosa depuis le début du siècle se sont concentrées à partir de 1932 sur le gisement de Loreto et depuis 1979, sur le gisement de Notarchirico, distant de moins d'un kilomètre: ils forment le complexe préhistorique majeur du bassin de Venosa.

Jusqu'à une date très récente, les différences de faciès observées, malgré la proximité des sites, n'avaient pas permis d'établir avec certitude la position stratigraphique respective des deux gisements. Cette question en suspens ne pouvait espérer trouver de réponse sans l'intégration des enregistrements observés dans une lithostratigraphie établie à l'échelle du bassin.

Depuis 1990, nos travaux ont été conduits dans cette perspective et ont permis d'établir un nouveau cadre lithostratigraphique, étroitement mis en corrélation avec le volcanisme régional: il est clair à présent que les niveaux archéologiques de Loreto appartiennent sans ambiguïté au *Membre C* de la *Formation de Tufarelle*, unité stratigraphique la plus récente des enregistrements d'âge Pléistocène moyen ancien dans le bassin (Lefèvre *et al.* 1993, 1994, ce volume; Vernet *et al.*, ce volume).

La position des dépôts de Notarchirico dans la lithostratigraphie régionale restait à établir. Nous présenterons donc successivement les données obtenues par sondage carotté sous le site, puis la lithostratigraphie des niveaux du site en cours de fouille.

### 1. LES DÉPÔTS SOUS LE SITE DE NOTARCHIRICO

Les dépôts fossilifères mis au jour depuis 1979 par les fouilles de Notarchirico ne représentent que la partie sommitale d'une série volcano-sédimentaire reconnue par un sondage carotté (Vn 80), réalisé en 1980 à la cote 364,5 m s.l.m., et alors succinctement décrite (figure 1): puissante de 26,50 m, elle est discordante sur des sables jaunes et des argiles grises d'âge Pliocène (Piperno, Segre 1982; Segre, Piperno 1984; Belli *et al.* 1991).

<sup>1</sup>Université de Bordeaux 1, Institut du Quaternaire, UMR 9933 et GDR 1122 CNRS Avenue des Facultés, 33405 Talence Cedex, France;

<sup>2</sup>Université de Montpellier 3, Département de Géographie, Route de Mende BP 5043, 34032 Montpellier Cedex 1, France et UMR 9944 et

GDR 1122 CNRS; <sup>3</sup>Association pour les Fouilles Archéologiques Nationales (AFAN) et Université de Bordeaux 1, Institut du

Quaternaire, UMR 9933 et GDR 1122 CNRS Avenue des Facultés, 33405 Talence Cedex, France.

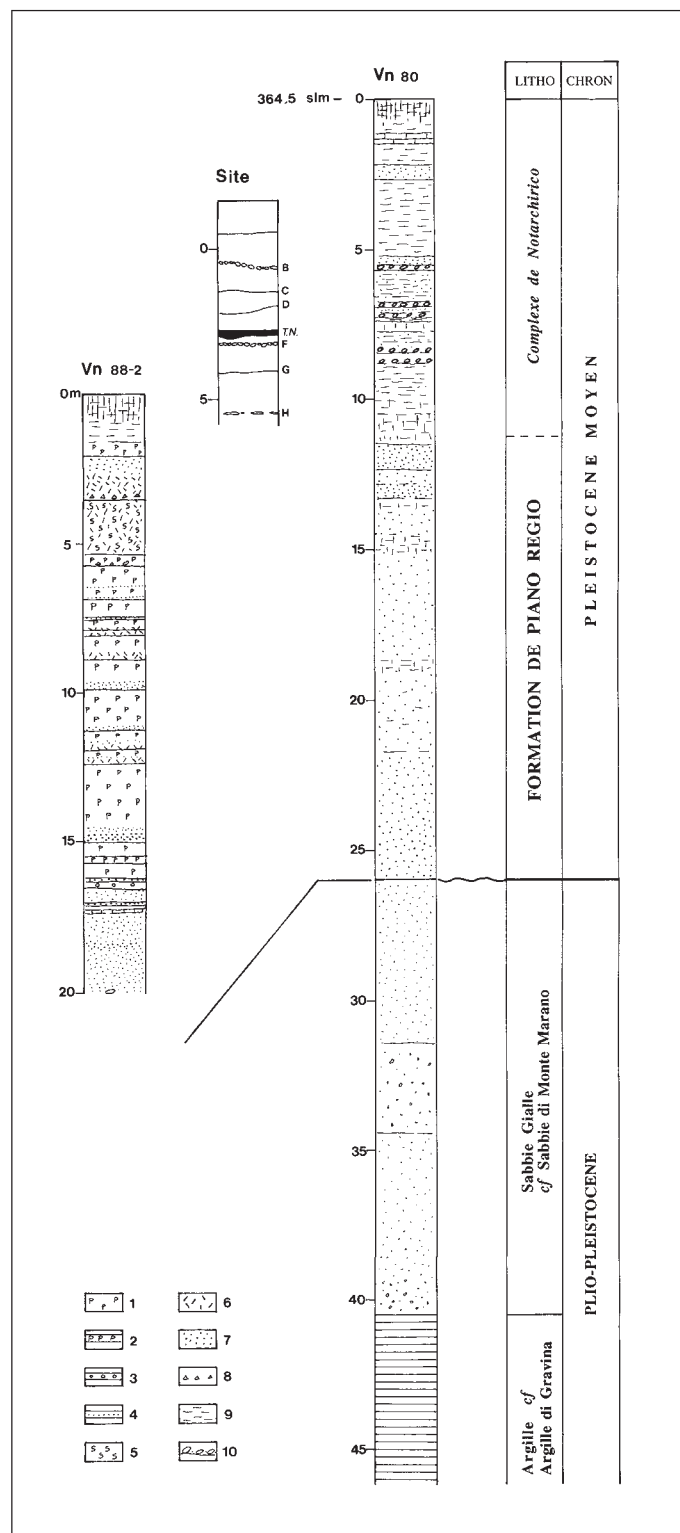


Fig. 1. Notarchirico. Lithostratigraphie. Sondage Un 88-2 de 1988, fouille et sondage de 1980. 1: coulées pyroclastiques à ponces; 2: retombée plinienne ponceuse; 3: tufs vésiculés; 4: cinérites; 5: retombée scoriacée; 6: base de coulées pyroclastiques à concentration en cristaux libres; 7: sables; 8: cailloutis anguleux; 9: silts; 10: lits de galets.

Un nouveau sondage carotté (Vn 88-2) a été réalisé en 1988 dans les dépôts sous-jacents au niveau archéologique le plus ancien (H), à une cinquantaine de mètres de la fouille principale dans la partie nord-occidentale du gisement, à la cote 354,5 m s.l.m.. Il a traversé vingt mètres de dépôts volcano-sédimentaires et n'a pas atteint le substrat Pliocène (figure 1). Conservée au Museo "L. Pigorini" de Roma, cette carotte a fait l'objet d'une description détaillée et d'un échantillonnage exhaustif. Les faciès suivants ont été reconnus:

- retombées fines remaniées: elles constituent la partie basale de la carotte (17,30 à 20,00 m) et sont également abondantes à sa partie supérieure (3,40 à 5,35 m),
- retombées à scories grises et ponces claires (17,10 à 17,15 m et 16,35 à 16,45 m),
- retombée plinienne ponceuse (15,60 à 15,75 m),
- cinérites minces à plusieurs niveaux,
- tuf vésiculé (16,55 à 16,65 m),
- coulées pyroclastiques ponceuses et leurs faciès de remaniement: bien identifiées par leur couleur, leur texture et leurs éléments figurés, elles forment l'essentiel des dépôts et certaines sont à structure fluidale.

Ces faciès volcaniques et épicaustiques, leur association et leur répétition, ainsi que la discrétion des niveaux carbonatés, identifient clairement la *Formation de Piano Regio*, unité stratigraphique la plus ancienne des enregistrements du Pléistocène moyen ancien dans le bassin (Lefèvre *et al.* 1993, 1994, ce volume; Vernet *et al.*, ce volume).

Les dépôts identifiés dans la carotte Vn 88-2 correspondent sans doute à la partie inférieure, malheureusement non décrite, de la série volcano-sédimentaire traversée par le sondage de 1980 (figure 1); aucune discontinuité particulière n'avait alors été signalée entre la partie supérieure des dépôts contenant les niveaux archéologiques et cette série sous-jacente; en outre, les niveaux identifiés à l'époque comme des calcaires lacustres paraissent bien occuper une position stratigraphique comparable à celle des cinérites que nous avons reconnues à l'affleurement dans l'unité 2 du *Complexe de Notarchirico* (Cf *infra*).

Les rapports entre les différents sondages carottés et la stratigraphie du site sont donc assez clairs et permettent d'affirmer que les niveaux archéologiques de Notarchirico surmontent des faciès classiques de la *Formation de Piano Regio*, eux-mêmes antérieurs à ceux de la *Formation de Tufarelle* qui contient les niveaux archéologiques du gisement voisin de Loreto.

## 2. LE COMPLEXE DE NOTARCHIRICO

Si les dépôts présents sous le site appartiennent sans ambiguïté à la *Formation de Piano Regio*, l'implantation du sondage à l'altitude de 354,5 m s.l.m., légèrement en contrebas du niveau archéologique G, interdit de postuler la continuité de la série sédimentaire.

Pour cette raison, en accord avec les règles formelles de la lithostratigraphie (Salvador 1994), les dépôts visibles à l'affleurement dans le Musée de site sont provisoirement dénommés *Complexe de Notarchirico*. En leur sein, la notation de détail retenue dans cet ouvrage n'a pas de signification séquentielle dynamique mais respecte la description archéologique et la nomenclature des publications précédentes (Belli *et al.* 1991; Lefèvre *et al.* 1993). Elle est résumée ci-après avec la position de l'échantillonnage (tableau 1).

Les méthodes utilisées sont classiques. Les altitudes ont été mesurées au théodolite et raccordées au nivellement général d'Italie. La description des corps sédimentaires reprend la terminologie des architectures et des faciès de Miall (1978, 1992), adaptée toutefois à l'échelle de l'affleurement. Les fabriques des objets dont le rapport axe a/axe b était supérieur à 2 ont été mesurées sur le terrain à l'aide d'une boussole avec clinomètre et traitées à l'aide du logiciel Stéreo™ version 5.02 de D.B. Mc Eachran (1986-1990) qui présente les résultats sous forme de diagrammes de Schmidt et de valeurs statistiques, en particulier celles de la méthode des valeurs propres de Woodcock (1977); les

méthodes de Curray (1956) ont été appliquées pour le calcul des paramètres L (Vector Magnitude) et p (test de Rayleigh). Les compositions granulométriques ont été établies par tamisage mécanique sur la fraction fine (<2mm) du sédiment et par microgranulométrie laser (Malvern 2600) à l'Institut du Quaternaire de l'Université de Bordeaux 1. Les paramètres et indices granulométriques sont présentés en unités phi ( $\Phi$ ) (Inman 1952). La nature des minéraux argileux a été établie par diffractométrie X au Centre National de Préhistoire de Périgueux. Les microfaciès ont été décrits à partir de lames minces de grand format réalisées à l'Institut du Quaternaire de l'Université de Bordeaux 1 après imprégnation d'échantillons orientés par la méthode de Guilloire (1985).

Les dépôts de la série actuellement visible dans le Musée de site de Notarchirico, au-dessus du niveau archéologique G (figure 2), sont décrits ci-après de bas en haut avec leurs principales caractéristiques.

Unité stratigraphique	Lithofaciès	Niveau archéologique	Echantillons
0	0.0		
	0.1		
1	1.6		93026, 9010
	1.5		93028 à 93031, 93034
	1.4	sur $\alpha$	96009
	1.4	$\alpha$	93025
	1.3		
	1.3 base		93027, 93033, 93034, 96008
	1.2		93035, 93036
	1.1	A, A1	93021, 96007
	2.10	B	
	2.10		93016
2	2.10	C	
	2.9		93014, 93015, 93020
	2.8		93014
	2.7		93014, 93017, 93018
	2.6	D	
	2.6		93004 à 93014, 93019
	2.6 base		96005, 96006
	2.5	E	
	2.5	E1	
	2.4		93001, 93002
	2.3		93001
	2.2		9003
	2.1		9003, 9004
3	3	F	
	3		9001
4 (provisoire)	4 sup		96001 à 96004
	?	G à H	

Tab. 1. Divisions stratigraphiques provisoires et échantillonnage.

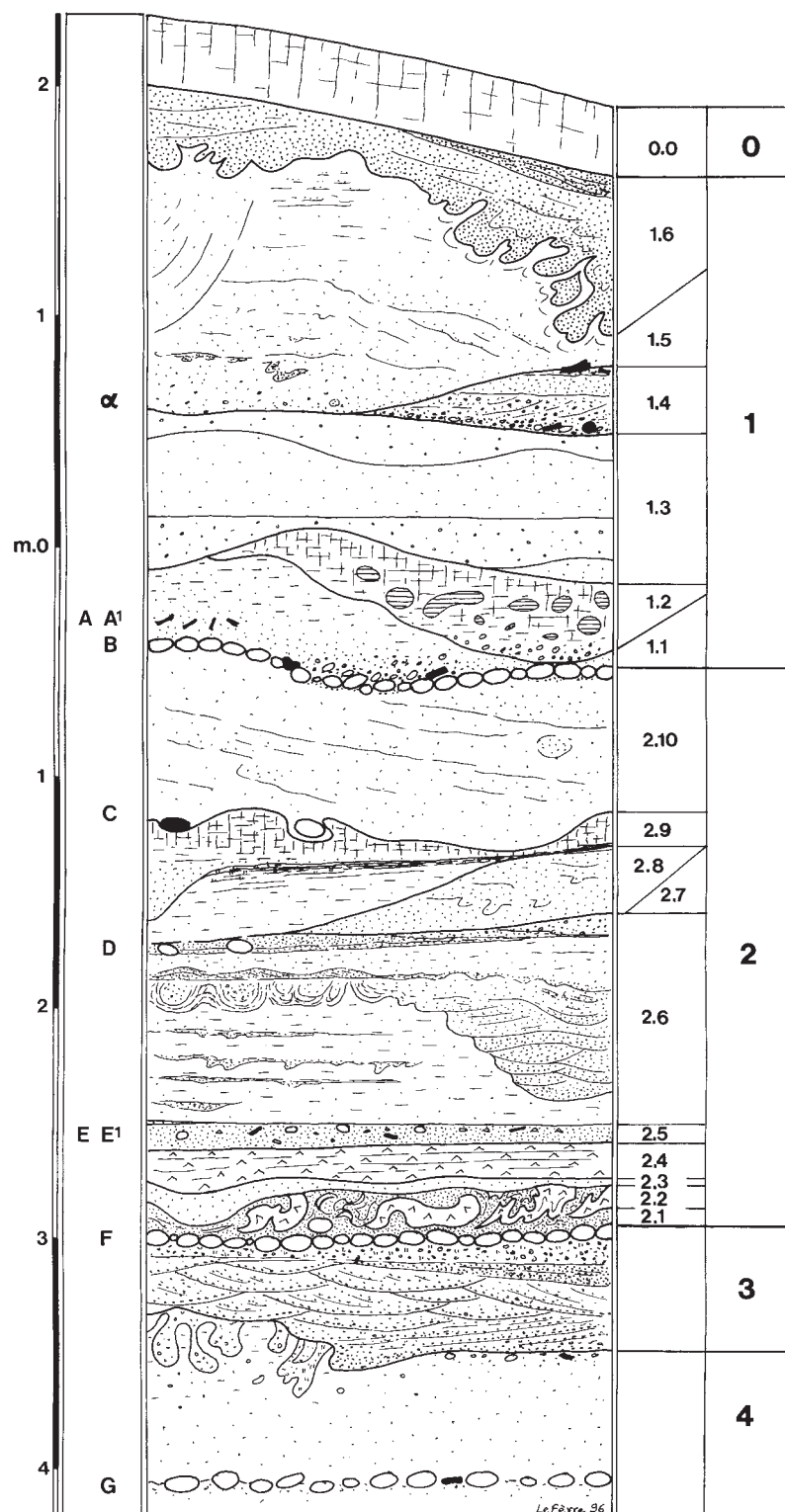


Fig. 2. Notarchirico. Lithostratigraphie synthétique des secteurs fouillés.

### 2.1. L'unité 3

L'unité 3 ravine un ensemble de dépôts, dénommés provisoirement unité 4.

Au-dessus d'un lit de galets (niveau archéologique G) provenant d'un dépôt de charge de fond de chenal résidualisé par lavage des fines, la partie supérieure de 4 (0,50 m), présente des faciès de type Gms (Miall 1978, 1992). On rencontre à la base des sables grossiers silteux (échantillon 96002) à distribution plurimodale (figure 3), très mal classés ( $Md_{\phi} = 2,80$ ;  $\sigma_{\phi} = 3,72$ ), contenant d'abondants minéraux libres (pyroxènes), des graviers et des galets; puis, un lit de graviers à rares galets et fragments d'os, surmonté de sables un peu plus fins (échantillon 96003) mais mal classés (figure 3), silteux ( $Md_{\phi} = 3,50$ ;  $\sigma_{\phi} = 3,60$ ) et carbonatés; enfin, des sables grossiers (échantillon 96004) (figure 3), relativement mieux classés ( $Md_{\phi} = 1,00$ ;  $\sigma_{\phi} = 2,40$ ), à minéraux volcaniques abondants (pyroxènes très frais) et provenant donc du remaniement de projections distales. On y observe de nombreuses déformations en *convolute bedding* (Reineck, Singh 1980).

L'unité 3 est de nature volcano-sédimentaire grossière, puissante de 0,50 m. Elle comprend de bas en haut:

- des sables à petites stratifications entrecroisées métriques et peu creusées, soulignées par des scories et des minéraux libres – *trough cross-beds*, faciès St (Miall 1978, 1992) – qui peuvent être interprétés comme des *dunes* et *sand waves* (Miall 1992);
- des sables à litage planaire (faciès Sp de Miall);
- un sédiment graveleux non stratifié, à nombreuses scories roulées, dont le sommet contient un lit de galets jointifs (niveau archéologique F). On y observe des carbonates en concrétions carbonatées nodulaires ( $\phi 1$  à 3 cm), en encroûtements sur les galets et diffus dans la matrice. Dégagé sur une faible superficie, ce niveau n'a pas encore fait l'objet d'une étude systématique. Il présente une faible pente générale vers l'Est. Il s'agit d'un dépôt de charge de fond de chenal à très faible rayon de courbure, lavé de ses fines et résidualisé jusqu'au stade du pavage.

La composition granulométrique des faciès de base (échantillon 9001), caractérise des sables grossiers ( $Md_{\phi} = 1,10$ ). La courbe cumulative (figure 3), malgré un caractère bimodal indiquant la présence de deux stocks granulométriques, montre un très bon classement des particules ( $\sigma_{\phi} = 0,92$ ). Considéré du seul point de vue téphrique, cet échantillon se situerait clairement dans le domaine des retombées (*fall*) du diagramme  $Md_{\phi}/\sigma_{\phi}$  (Walker 1971).

En lame mince (échantillon 9001), on observe:

- des scories peu nombreuses et roulées (pas de forme "fraîche"). Le verre volcanique est de couleur grise. La vésiculation est moyenne. Dans cette matrice vitreuse on distingue des microlithes de clinopyroxènes, des aiguilles de hornblende et des phénocristaux de plagioclase et de clinopyroxène vert;
- des minéraux libres volcaniques qui ne présentent pas de verre à leur surface; ils sont le plus souvent en grains plus ou moins arrondis et en fragments de prisme. On reconnaît des clinopyroxènes verts de type augite (plus de 80%), quelques hornblendes brunes, feldspaths alcalins, biotites et grenats;
- des clastes de calcaire, de grès, de quartz polycristallin, de lave contenant de l'häüyne, du clinopyroxène vert et de la biotite (ces fragments de lave sont relativement abondants);
- des ponces, plus nombreuses au niveau d'une passée fine;
- une cristallisation secondaire de carbonates micritiques autour des grains.

Les structures sédimentaires, les caractères granulométriques, l'émoûssé des scories et la forte concentration de minéraux libres de taille importante montrent que les sables de l'unité 3 sont issus de cendres volcaniques grossières, remaniées et reconcentrées par des écoulements hydriques de bas régime. Une datation TL sur quartz indique pour le sommet de ce niveau un âge d'environ 0,26 Ma (Pillyre *et al.*, ce volume), mais la nature de l'échantillon et son microenvironnement très perméable et donc propice aux échanges hydriques n'offraient pas les meilleures garanties.

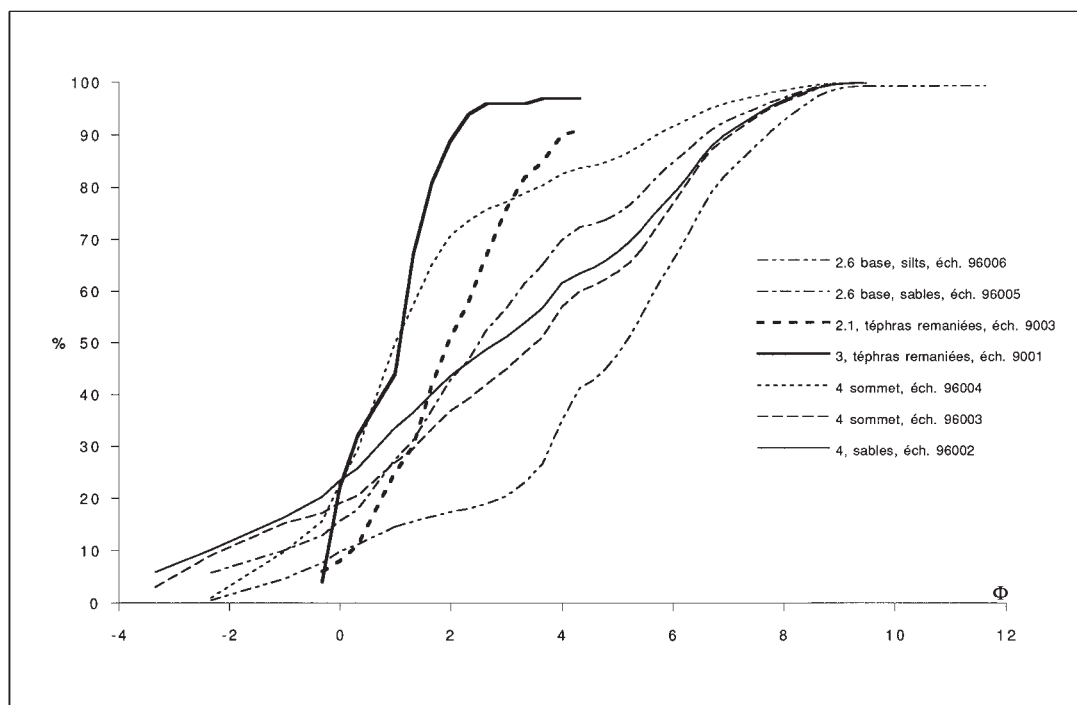


Fig. 3. Notarchirico. Courbes cumulatives des téphras remaniées. Unités 3, 2.1 et 1.6.

## 2.2. L'unité 2

Cette unité volcano-sédimentaire présente une puissance moyenne de 2,50 m (photo 1).

Elle débute par les niveaux téphriques 2.1 à 2.4. Les strates 2.1 à 2.3 forment un dépôt puissant de 0,20 m et déformé: involutions, encapuchonnements et injections du type *load structure* et *ball-and-pillow structure* (Reineck, Singh 1980) (photo 2). A noter que la retombée 2.3, incorporée aux déformations, présente une partie supérieure non déformée, peu épaisse en coupe frontale et déprimée par endroit. La strate 2.4 représente la *Téphra de Notarchirico* (Vernet *et al.*, ce volume).

Elle se poursuit par les dépôts 2.5 à 2.10, dans lesquels s'intercalent les niveaux archéologiques E à B.

### L'unité 2.1

Il s'agit d'un sable (échantillons 9003 et 9004) grossier à fin ( $Md_{\phi} = 1,85$  à  $1,95$ ), à clinopyroxènes verts automorphes dominants, accompagnés de feldspaths alcalins, de quelques scories grises, de grains de quartz arrondis, de granules de lave à feldspathoïdes et clinopyroxènes, de fragments de calcaires, calcaires coquilliers et grés (photo 2). Cette composition atteste un mélange de stocks sédimentaires, confirmé par le caractère plurimodal des courbes cumulatives (figure 3). Le classement des particules est médiocre pour un sédiment mais bon pour une retombée ( $\sigma_{\phi} = 1,40$  à  $1,45$ ).

On ne distingue aucune structure indiquant une reprise par écoulement et les déformations observées, dues à la différence de plasticité entre téphras fines et grossières, sont postérieures au dépôt (Cf *supra*). L'unité 2.1 résulte du piégeage d'une retombée distale en eau calme, suivi d'un remaniement très limité et la probabilité d'une pollution est donc faible. Une datation TL sur quartz indique pour ce niveau un âge d'environ 0,64 Ma (Pilleyre *et al.*, ce volume).



### L'unité 2.2

Macroscopiquement, il s'agit de poches de sédiment blanc, non carbonaté, compact, au toucher talqueux, déformées et incluses dans le sommet du niveau 2.1 (photo 2). Microscopiquement (échantillon 9003), c'est une accumulation d'échardes de verre volcanique (25 à 100  $\mu\text{m}$ ). Les minéraux libres sont très rares: quelques biotites et microlithes de clinopyroxène vert. Nous sommes en présence d'une retombée distale fine, directe, de type cinérite piégée en eau calme.

### L'unité 2.3

Macroscopiquement, c'est une lamine sableuse, compacte, de couleur gris-rosé, sans litage apparent (photo 2). Au microscope (échantillon 93001), on observe une accumulation de verre volcanique, largement masquée par une recristallisation de carbonates micritiques dans la masse. Les minéraux libres, assez nombreux sont microlithiques: clinopyroxène vert dominant, accompagné de quelques biotites. Il s'agit d'une retombée directe piégée en eau calme.

### L'unité 2.4

Macroscopiquement, c'est une strate de 0,20 m de puissance moyenne, localement plus épaisse dans des micro-dépansions au toit de 2.3 (photo 2). Elle est de couleur blanche, micacée, compacte, au toucher talqueux. En lame mince (échantillons 93001 et 93002), on observe une accumulation compacte, non litée, d'échardes de verre volcanique non altéré. Les minéraux exprimés sont extrêmement rares et de très petite taille (quelques  $\mu\text{m}$ ): biotite, éclats de clinopyroxène vert et minéraux opaques. La partie supérieure de la strate est affectée par une fissuration horizontale à oblique planaire entrecroisée. Deux types de remplissages carbonatés formant des feuillets indurés occupent ces fissures (photo 3):

- un remplissage micritique dense continu,
- un remplissage micritique à structure vésiculaire et porosité fissurale, de type *dense incomplete* à *loose continuous* (Büllock *et al.* 1985), formé de grains, de pellets et d'hypo-revêtements autour des vésicules. Ces caractères correspondent au type *excremental infilling* de Büllock *et al.* (1985) et témoignent d'une importante activité biologique.

Les échardes ponceuses, étudiées au MEB, indiquent un magma originel relativement visqueux: le diamètre des vésicules compris entre 10 et 200  $\mu\text{m}$  correspond à une éruption plinienne dont un produit cinéritique distal a été ici enregistré et préservé. La composition chimique de cette strate, établie par fluorescence X et microsonde, indique un magma trachytique et montre une altération de la tephra postérieurement à son dépôt: enrichissement en alumine et pertes en sodium et potassium.

La cinérite du niveau 2.4 dénommée *Téphra de Notarchirico* (Vernet *et al.*, ce volume), a donc été piégée en eau calme. Située dans le Pléistocène moyen vers  $640 \pm 40$  ka, c'est la seule retombée directe identifiée avec certitude dans un site acheuléen d'Italie méridionale.

### L'unité 2.5

Ce sont des sables volcaniques gris clairs à pyroxènes, cimentés par des carbonates, comportant des lentilles et fuseaux centimétriques d'éléments plus grossiers (tephras remaniées). Puissance 0,10 m.

A la base, au contact avec la *Téphra de Notarchirico*, le matériau est structuré en agrégats granuleux plurimillimétriques qui présentent une structure identique à celle des remplissages fissuraux de type *excremental infilling* de la tephra sous-jacente avec lesquels ils sont en continuité. Ils témoignent d'une importante activité biologique.

Au sommet de 2.5 de nombreux galets, objets lithiques et ossements composent les niveaux archéologiques E et E1. Les matériaux naturels proviennent de dépôts de charge de fond dans un chenal peu creusé. Entre l'affleurement extérieur et la surface exposée dans le musée de site, E présente une faible pente vers l'Est (3°). Les galets allongés de E1 ont une orientation moyenne (Mean Lineation Vector: 289), conforme à la direction (N300) de la pente actuelle du niveau, avec des inclinaison variées, mais la distribution reste aléatoire ( $L=18,83$ ) au seuil de probabilité de 0,05

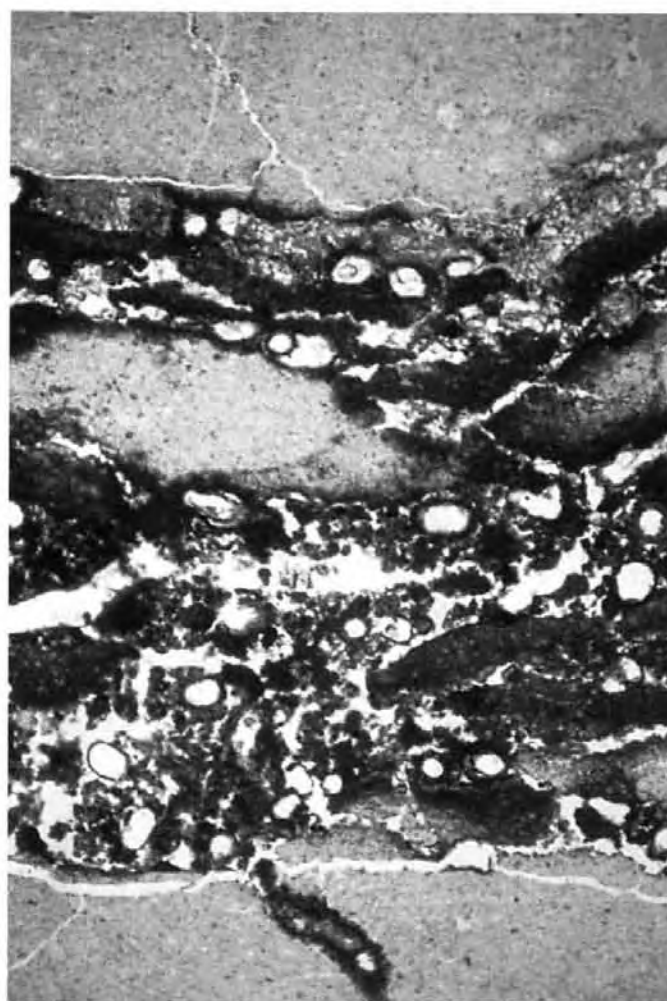


1

Photo 1. Notarchirico. Vue générale de l'unité 2 entre les paléosurfaces F et B.

Photo 2. Notarchirico. Complexe téphrique des unités 2.1 à 2.4 entre les paléosurfaces F et E1.

Photo 3. Notarchirico. Unité 2.4, remplissage micritique de type *excremental infilling*.



3



2

( $p=0,333$ ). Les ossements sont majoritairement alignés transversalement à la pente actuelle du niveau (MLV 211) mais leur distribution reste aléatoire ( $L=3,70$ ) au seuil de probabilité de 0,05 ( $p=0,849$ ) (tableau 2, figure 4).

La géométrie des dépôts semblerait indiquer que l'on se trouve alors en bordure d'un paléo-chenal d'orientation compatible avec celle du grand axe des galets; dans ce cas, les ossements auraient été déplacés sur la surface par roulement, transversalement à des courants de faible énergie de direction locale SE-NO. Mais si les galets étaient orientés transversalement au courant, comme le montrent les observations de différents auteurs (Doeglas 1962; Byrne 1963; Sedimentary Petrology Seminar 1965; Isaac 1967; Rust 1972; Schick 1986), les ossements seraient (ré)alignés dans le sens d'écoulements de direction locale SO-NE, d'ailleurs compatible avec ce que l'on connaît de l'organisation du drainage de cette partie du bassin au Pléistocène moyen ancien. Mais on sait également qu'une néotectonique très active a affecté le bassin de Venosa au cours du Pléistocène (Lefèvre *et al.*, ce volume); la pente observée aujourd'hui sur le site pourrait résulter de telles déformations. Cependant, sachant que dans un réseau de drainage, les différents segments peuvent présenter des directions opposées, particulièrement dans les systèmes à méandres, il conviendra de disposer d'un échantillon de surface et d'objets plus important pour trancher.

Nous avons prélevé trois dents de mammifères au sein du niveau archéologique E pour datation par RPE. La grande variabilité des âges moyens obtenus par les différents modèles d'enrichissement en uranium (Rhodes, Grün, ce volume) n'est sans doute pas étrangère au contexte dynamique et aux avatars de fossilisation suggérés par les caractères lithologiques de l'encaissant.

### L'unité 2.6

De nature volcano-sédimentaire et d'une puissance maximum observée de 1,00 m, elle montre pour l'essentiel une évolution granulométrique attestant d'une augmentation progressive de la compétence (figure 5) et se termine par le niveau archéologique D (photo 4).

On rencontre de bas en haut:

- des sables grossiers silteux (échantillon 96005) (figure 3), mal classés ( $Md_{\phi} = 2,50$ ;  $\sigma_{\phi} = 3,15$ ), contenant des pyroxènes roulés, des grains de quartz et de feldspaths émoussés, des fragments de tests de mollusques et emballant quelques graviers. Ils passent à des silts sableux (échantillon 96006) (figure 3), à distribution plurimodale et mal classés ( $Md_{\phi} = 5,15$ ;  $\sigma_{\phi} = 2,25$ ), localement entrecoupés de lamines sableuses riches en tests de mollusques et sans élément volcanique,
- des dépôts de faciès Fl (Miall 1978, 1992), composés de silts sableux ou argileux, peu triés ( $Md_{\phi} = 6,05$  à  $4,65$ ,  $\sigma_{\phi} = 1,40$  à  $1,45$ ), lités, entrecoupés d'apports volcaniques gris sablo-silteux peu triés ( $Md_{\phi} = 2,80$  à  $3,25$ ,  $\sigma_{\phi} = 1,32$  à  $1,45$ ), incluant des ponces fibreuses (échantillons 93004 à 93009). Ils sont affectés de petites déformations centimétriques en festons (photo 5),
- un chenal (photo 4), large de 2,50 m et profond de 0,60 m à 1 m, allongé selon un axe N60, rempli de sables fins gris (échantillons 93010 et 93011) moyennement à peu triés ( $Md_{\phi} = 2,50$  à  $3,25$ ,  $\sigma_{\phi} = 0,80$  à  $1,37$ ), à *small-scale cross bedding* (faciès St de Miall) passant verticalement à des petites rides à crêtes courbes (faciès Sl de Miall) (Reineck, Singh 1980; Miall 1992),
- verticalement, on passe à des dépôts de faciès Fl (Miall 1978, 1992), composés de sables fins (échantillon 93012) moyennement triés ( $Md_{\phi} = 2,20$  à  $2,30$ ,  $\sigma_{\phi} = 0,68$  à  $1,08$ ) et des silts, finement lités, affectés de nombreuses déformations décimétriques du type *convolute bedding* (Reineck, Singh 1980) (photo 6). L'interprétation de ces déformations fait généralement appel à des phénomènes de liquéfaction différentielle (Williams 1960) ou de charge différentielle (McKee, Goldberg 1969). L'hypothèse de vibrations ou d'ondes de choc a également été proposée pour expliquer les structures en *ball-and-pillow* (Kuenen 1965). Dans le contexte local, nous privilégierions volontiers l'hypothèse de secousses sismiques. La partie supérieure est affectée d'une fissuration horizontale remplie de carbonates.

Localité	Unité	Description	Effectif	L	p	MLV	E1	E2	E3	r1	r2	K	S. var.	Rbar
Notarchirico	α	secteur 1	67	16,30	0,169	16,9	1,8	0,570	0,411	0,019	0,33	3,07	0,11	0,762
Notarchirico	α	secteur 1, galets	50	4,62	0,899	354,7	3,7	0,520	0,463	0,018	0,12	3,26	0,04	0,798
Notarchirico	α	secteur 1, os	18 *	49,77	0,012	11,6	1,8	0,734	0,258	0,008	1,05	3,50	0,30	0,593
Notarchirico	α	secteur 2	46	11,97	0,517	179,6	1,8	0,567	0,422	0,011	0,30	3,62	0,08	0,704
Notarchirico	α	secteur 2, galets	30	18,50	0,358	177,3	4,0	0,600	0,393	0,007	4,42	4,06	0,10	0,584
Notarchirico	α	secteur 2, os	17 *	13,70	0,727	25,6	4,8	0,565	0,424	0,011	0,29	3,70	0,08	0,581
Notarchirico	α	secteurs 1+2	115	12,84	0,150	10,6	0,5	0,565	0,418	0,017	0,30	3,20	0,09	0,853
Notarchirico	α	secteurs 1+2, galets	80	9,03	0,521	353,1	0,7	0,545	0,440	0,016	0,21	3,33	0,06	0,886
Notarchirico	α	secteurs 1+2, os	34	34,34	0,018	15,4	2,2	0,658	0,332	0,009	0,68	3,57	0,19	0,638
Notarchirico	A	total	64	14,16	0,277	271,6	3,7	0,548	0,400	0,053	0,32	2,03	0,16	0,797
Notarchirico	A	os	56	10,41	0,545	269,0	3,1	0,529	0,415	0,056	0,24	2,00	0,12	0,794
Notarchirico	B	total	127	10,70	0,234	9,7	0,9	0,552	0,416	0,031	0,28	2,59	0,11	0,816
Notarchirico	B	partie supérieure	32	14,82	0,495	146,8	2,3	0,584	0,365	0,051	0,47	1,97	0,24	0,769
Notarchirico	B	sauf partie supérieure	94	18,36	0,042	21,1	1,4	0,584	0,392	0,024	0,40	2,78	0,14	0,817
Notarchirico	B	bouirelet	50	20,91	0,112	16,5	0,7	0,611	0,366	0,023	0,51	2,78	0,18	0,781
Notarchirico	B	en coupe	44	16,75	0,291	30,3	1,8	0,558	0,418	0,023	0,29	2,89	0,10	0,817
Notarchirico	C	total	30	33,17	0,037	12,2	15,0	0,560	0,296	0,144	0,64	0,72	0,89	0,575
Notarchirico	D	total	30	2,77	0,977	300,3	3,2	0,503	0,483	0,014	0,4	3,52	0,01	0,676
Notarchirico	E1	total	86	9,78	0,439	105,1	1,2	0,512	0,453	0,035	0,12	2,55	0,05	0,743
Notarchirico	E1	galets	31	18,83	0,333	289,1	0,1	0,590	0,373	0,037	0,46	2,31	0,20	0,789
Notarchirico	E1	os	56	5,40	0,849	211,1	5,8	0,503	0,468	0,029	0,07	2,79	0,03	0,634
Fiumara, chenal de crue		galets	42	16,79	0,306	113,5	6,7	0,590	0,393	0,018	0,41	3,11	0,13	0,448

\* effectif insuffisant

Tab. 2. Paramètres et indices de distribution des éléments grossiers (ossements et galets) dans les différents niveaux archéologiques (selon Curray 1956 et Woodcock 1977).

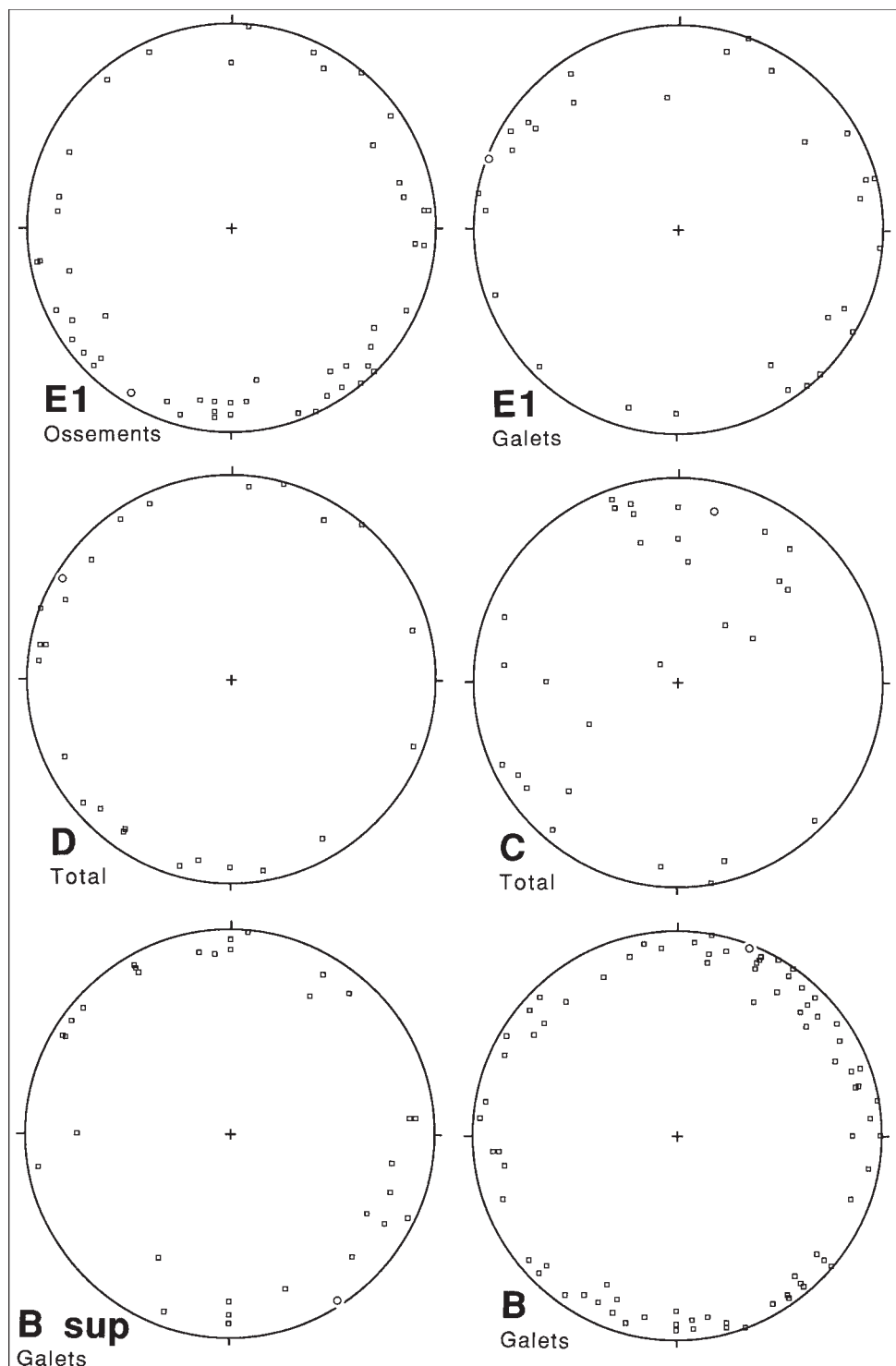


Fig. 4. Notarchirico. Unité 2. Fabriques des éléments des niveaux archéologiques E1, D, C, B.

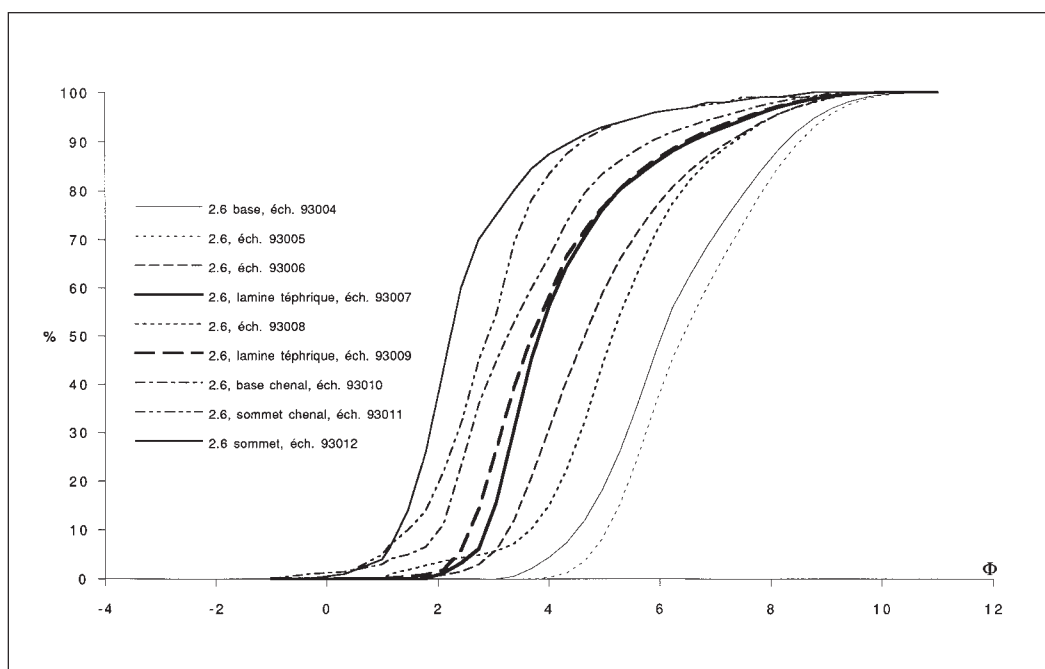


Fig. 5. Notarchirico. Courbes cumulatives des dépôts de l'unité 2.6.

En lame mince (échantillon 93013), la partie supérieure de 2.6 sous le niveau archéologique D montre une matrice fine à quartz et clinopyroxènes, avec un granoclassement positif par microséquences superposées, avec alternance de lamines riches en clinopyroxènes automorphes de type augite et lits fins riches en petits cristaux de clinopyroxènes. A la base, on note quelques fragments de laves microlithiques à feldspaths et magnétite et des ponces qui atteignent 1,5 mm. A la partie supérieure, la granulométrie est fine, sans scorie ni lave, avec quelques clinopyroxènes et surtout une abondante fraction quartzeuse sub-anguleuse. Elle est affectée d'une importante fissuration horizontale, dont le remplissage micritique dense à lâche, à structure vésiculaire, est de type *excremental infilling*, analogue à ceux précédemment décrits dans les niveaux inférieurs.

Dans la partie ouest du site, le sommet de 2.6 est une strate à faciès grossier. En lame mince (échantillon 93019), les clinopyroxènes dominent, associés à des quartz arrondis et à de gros clastes calcaires à la base du niveau, sur 1 cm de puissance. Puis, on note la présence d'une lamine (1cm) de granulométrie plus fine mais de même composition minéralogique, contenant en outre des tests de mollusques et des fragments laviques abondants (un peu vésiculés, à pâte microlithique). L'essentiel du niveau est constitué par un sédiment grossier à scories grises vésiculées et ponces très vésiculées dans une matrice très riche en clinopyroxènes automorphes, granules de quartz parfaitement arrondis ( $\phi 2\text{mm}$ ), gros clastes carbonatés, clastes gréseux et quelques biotites. Le sommet de la strate est ferruginisé par imprégnation.

Le sommet de 2.6, qui contient le niveau archéologique D, est constitué d'une matrice plus grossière que celle présente sous D et plus litée, très riche en minéraux volcaniques mélanocrates. En lame mince (échantillon 93014 base), on note d'abondants clinopyroxènes verts de type augite, automorphes et en éclats, orthopyroxènes automorphes et en éclats parfois non anguleux, bioclastes, feldspaths, quartz. On observe également la présence de gros grains (5 à 10mm) roulés provenant de coulées pyroclastiques, de fragments laviques à pâte microlithique de type phonolite avec quelques phénocristaux altérés de type feldspaths, de fragments laviques très riches en clinopyroxènes verts et bruns et en "fantômes" d'haüyne, ainsi que des esquilles osseuses et des tests de gastéropodes.

L'absence de scorie indique que la mise en place de ces sables n'est pas synéruptive. Il s'agit donc d'un mélange de produits éruptifs (laves, coulées pyroclastiques) remaniés et de roches du bassin versant (socle, calcaires) dans lequel le fluide transporteur a opéré un tri et une concentration en minéraux lourds. Il s'agit à l'origine de dépôts de charge de fond, partiellement résidualisés par lavage des fines et ayant localement atteint le stade du pavage jointif.





Photo 4. Notarchirico. Unité 2.6 entre les paléosurfaces E et D, vue générale et chenal (fig. 29, f.r.).



Photo 5. Notarchirico. Unité 2.6, déformations en petits festons de la partie médiane.



Photo 6. Notarchirico. Unité 2.6, déformations de type *convolute bedding* dans la partie supérieure.



Photo 7. Notarchirico. De bas en haut, niveau archéologique D, unités 2.8 et 2.9, niveau archéologique C avec figures de charge et unité 2.10.

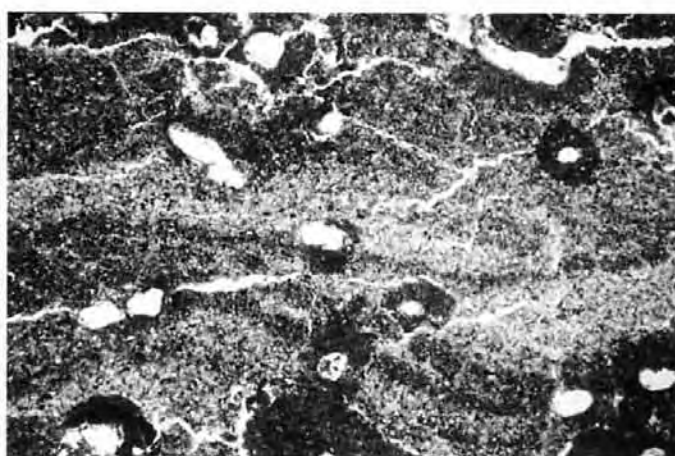


Photo 8. Notarchirico. Microstructure en lamines entrecroisées de l'unité 2.9.

La surface du niveau archéologique D pend faiblement vers l'Ouest. L'orientation moyenne des objets du niveau archéologique D (MLV= 300,3) est identique à celle des galets du niveau archéologique E1. La distribution ( $L=2,77$ ) est aléatoire au seuil de probabilité de 0,05 ( $p=0,977$ ). La faible superficie fouillée limite pour l'instant les observations (tableau 2, figure 4).

Lors des fouilles 1995 dans le locus extérieur ouest du Musée de site, on a pu procéder à une étude pétrographique et pondérale des éléments (258) constitutifs de D, sur une surface limitée (figure 6). Le cortège pétrographique des galets est dominé par les calcaires, suivis des quartzites et des grès. Les fréquences pondérales des différentes catégories pétrographiques montrent des modes principaux et secondaires identiques. Le matériel archéologique suit ces distributions en ce qui concerne les objets sur galets, indiquant une probable exploitation sur place par l'homme.

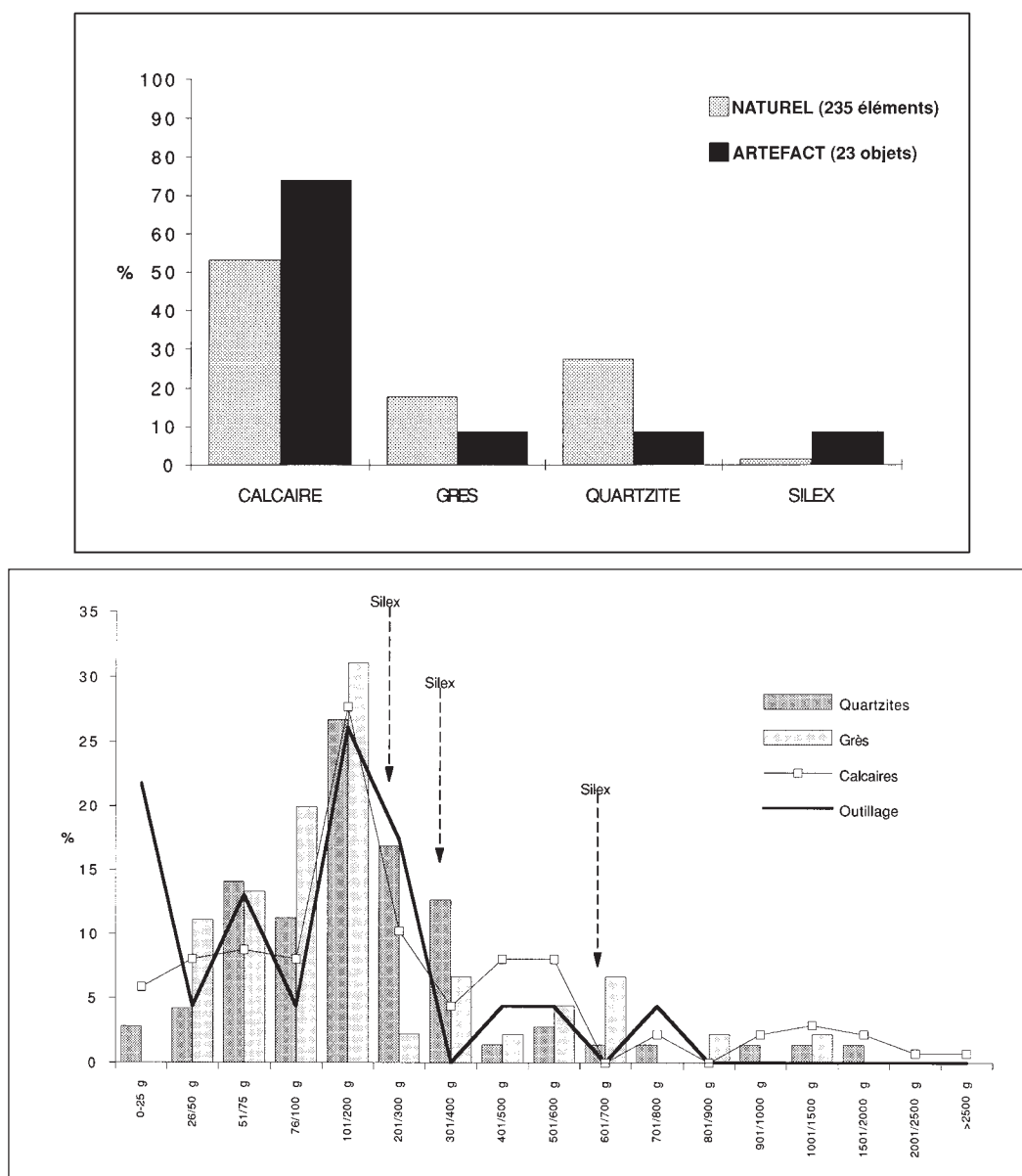


Fig. 6. Notarchirico. Niveau archéologique D. Cortège pétrographique et distribution pondérale des galets.



### L'unité 2.7

Elle est conservée uniquement dans la partie ouest du site (échantillons 93017 et 93018) avec une puissance de 0,40 m. Ce sont des sables fins limoneux à limono-argileux ( $Md_{\phi} = 2,50$  à  $3,55$ ), peu triés ( $\sigma_{\phi} = 1,10$  à  $1,90$ ) (figure 7), à éléments volcaniques leucocrates et ponces. On observe un granoclassement vertical positif. On note la présence de petites déformations (figures de charge).

En lame mince (échantillon 93014 base), les minéraux libres de type clinopyroxène dominant mais les quartz sont abondants, accompagnés de biotite, d'hornblende brune et de tests de mollusques. Présence de gros fragments de lave vésiculée ferruginisés et de fragments de coulées pyroclastiques.

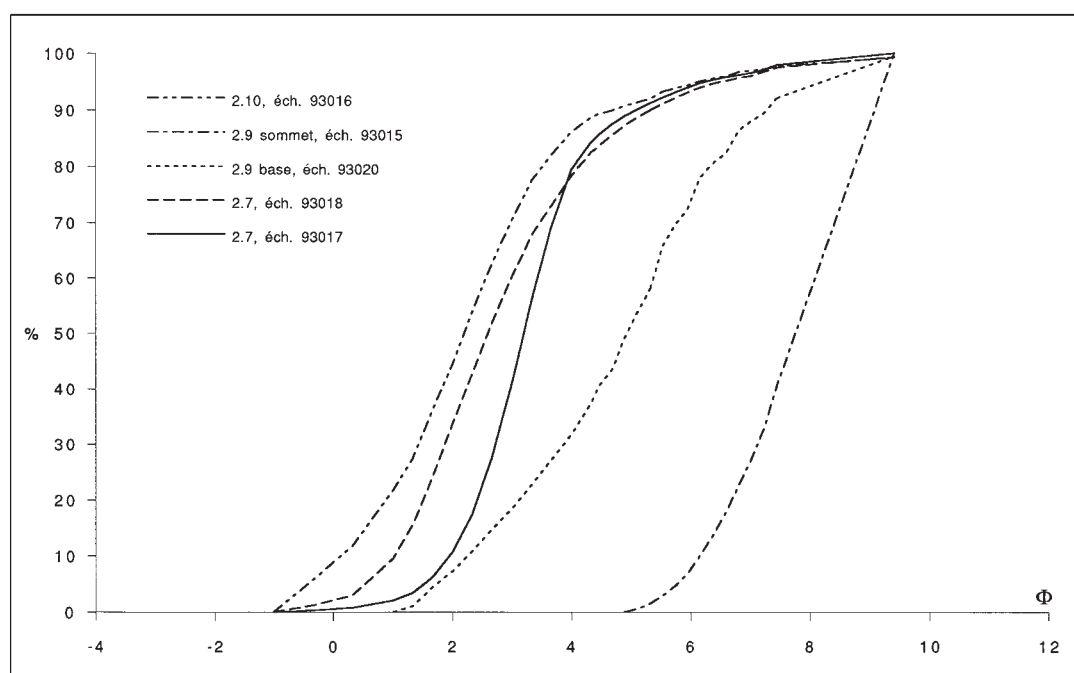


Fig. 7. Notarchirico. Courbes cumulatives des dépôts des unités 2.7 à 2.10.

### L'unité 2.8

Elle est formée de dépôts de faciès Fl (Miall 1978, 1992), composés de sables fins verts, entrecoupés de lamines argileuses, discordants en biseau sur 2.7, d'une puissance maximale de 0,45 m (photo 7). En montant, la fraction fine est de plus en plus importante et on note des lits argileux de plus en plus minces accompagnés de feuillets carbonatés horizontaux. En lame mince (échantillon 93014 milieu), la matrice apparaît riche en petits clinopyroxènes, accompagnés de grains laviques à pâte microlithique feldspathique, de scories claires, de tests et fragments de tests de mollusques et de fragments osseux. On note également la présence d'un grain ( $\phi$  6mm) de lave vésiculée à clinopyroxènes et feldspaths, ferruginisée et altérée.

Les carbonatations qui remplissent la porosité fissurale et les différents vides sont de même type que celles décrites dans les niveaux inférieurs: revêtements ou hyporevêtements micritiques, remplissages micritiques denses à lâches, *excremental infilling*.

### *L'unité 2.9*

Sur la coupe est, on observe un petit chenal à faible rayon de courbure, incisé dans les dépôts de 2.8. Il est rempli de sables (échantillon 93020), relativement fins ( $P_{16\phi} = 2,85$ ;  $Md_{\phi} = 4,95$ ) et peu triés ( $\sigma_{\phi} = 1,90$ ) (figure 7).

Verticalement, il passe à un dépôt brun-rosé (échantillon 93015), d'une puissance de 0,30 m, affecté d'une intense fissuration verticale déterminant une structure prismatique (photo 7). Le sédiment est constitué de silts fins argileux ( $P_{16\phi} = 6,55$ ;  $Md_{\phi} = 7,80$ ) moyennement triés ( $\sigma_{\phi} = 1,25$ ) (figure 7), à microstructure en lamines entrecroisées (faciès Fl, Miall 1978, 1992) (photo 8). Le cortège des minéraux argileux est composé de smectites (72%), d'un mélange kaolinite-chlorite (20%) avec présence d'halloysite bien cristallisée, d'illites (8%) mal cristallisées et d'une forte proportion d'interstratifiés de type illite-smectite, associés à du quartz abondant et des feldspaths. Cette composition traduit la prédominance du matériel volcanique et de ses produits d'altération sous climat à saisons contrastées (Hétier 1975) dans l'alimentation de la sédimentation détritique fine.

### *L'unité 2.10*

Son contact avec les unités sous-jacentes 2.7 à 2.9 est ondulé et dessine une légère paléo-dépression. Elle comporte à sa base le niveau archéologique C et à son sommet la paléosurface B.

D'une puissance de 0,70 m, elle est constituée de sables relativement grossiers (échantillon 93016), hétérométriques ( $P_{16\phi} = 0,60$  à 1,80;  $Md_{\phi} = 2,20$  à 3,30) et peu triés ( $\sigma_{\phi} = 1,60$  à 2,02) à charge volcanique importante (figure 7). Les données polliniques (Cattani 1996) révèlent vers la base (échantillon 62) un environnement très découvert dominé par les herbacées avec un boisement discret d'espèces arboréennes tempérées; ces dernières prennent plus d'importance dans la partie supérieure du dépôt (échantillon 65). On doit s'interroger ici sur les relations de cause à effet entre l'activité volcanique responsable de la dispersion de masses importantes de téphras dans l'environnement régional et les fluctuations notées pour le couvert végétal.

À l'emplacement des objets du niveau archéologique C on observe des figures de charge qui affectent les dépôts sous-jacents de 2.9 (photo 7) et indiquent leur plasticité relative. Les fabriques des objets sont significativement orientées ( $L=33,17$ ), de direction NNE ( $MLV=12,2$ ), au seuil de probabilité de 0,05 ( $p=0,037$ ) (tableau 2, figure 4). Les fortes inclinaisons des objets, la texture argileuse et la géométrie des dépôts suggèrent un glissement en masse. La superficie dégagée reste cependant trop faible pour une étude plus détaillée.

La paléo-surface B est un lit ondulé de galets jointifs formant un pavage au toit de la partie supérieure de 2.10. constituée de sables grossiers et de graviers (photos 9-10). Dans le secteur nord du site (y compris la zone de l'éléphant), la pente générale de B est dirigée vers le Sud-Ouest. Dans les différents loci étudiés, les fabriques des galets ont des orientations préférentielles très semblables mais à caractère aléatoire au seuil de 0,05 pour  $p$  (tableau 2); si l'on admet toutefois que les galets sont majoritairement disposés transversalement au courant, les directions moyennes des écoulements seraient orientées O/NO à NO. En revanche, dans la partie supérieure de B où les éléments ne sont pas jointifs, l'orientation préférentielle est nettement différente (figure 4).

## **2.3. L'unité 1**

Ce complexe volcano-sédimentaire supérieur se développe sur deux mètres cinquante et se compose de plusieurs sous-unités toutes très peu carbonatées (figures 10-11, photo 11).

### *L'unité 1.1*

Dans le secteur Nord, c'est un banc de graviers et sables lités de faciès Gms (Miall 1978, 1992), gris-vert à grano-classement vertical passant à des silts argileux ( $Md_{\phi} = 5,10$ ;  $\sigma_{\phi} = 2,30$ ), d'une puissance de 0,30 m, qui repose sur la paléo-surface B.



9



10



11



12 (fig. 30, f.t.)

Photo 9. Notarchirico. Vue générale de la paléosurface B avec au premier plan une ride de galets jointifs et au second plan un chenal orienté NO-SE.

Photo 10. Notarchirico. Le pavage de galets de la paléosurface B en coupe.

Photo 11. Notarchirico. Unité 1 surmontant la paléosurface B.

Photo 12. Notarchirico. Les unités 1.1 à 1.3, entre les paléosurfaces B et  $\alpha$ .

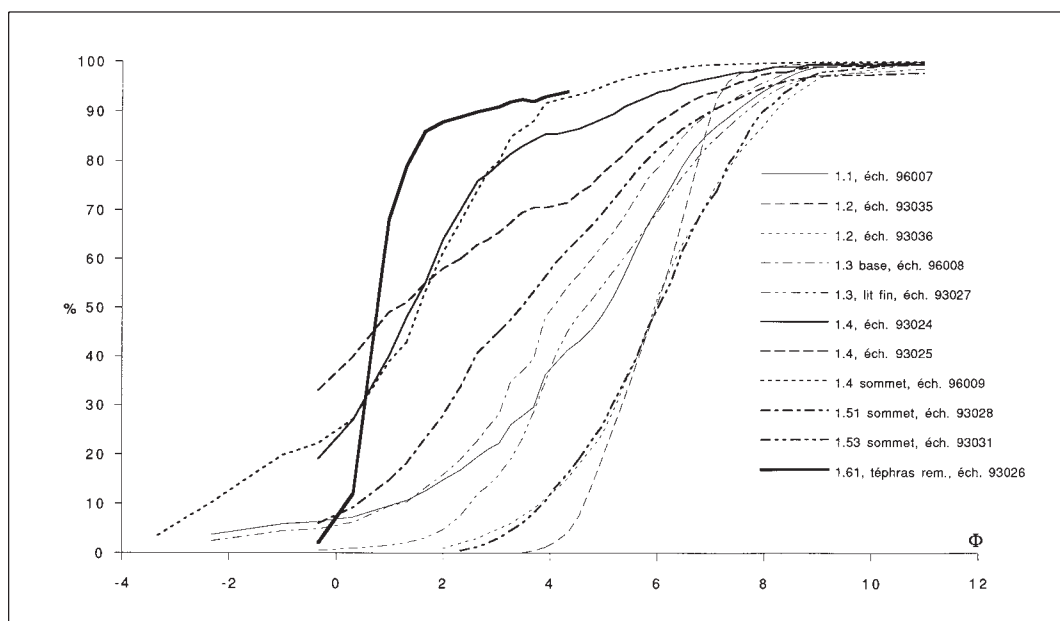


Fig. 8. Notarchirico. Courbes cumulatives des dépôts des unités 1.2 à 1.5.3.

En lame mince (échantillon 93021), le sédiment apparaît hétérométrique et inorganisé. La matrice, constituée de quartz, clinopyroxène et hornblende brune est cimentée par des carbonates. La fraction clastique comporte des fragments de marbre, de calcaire bioclastique, de quartzite à micro-filons quartzeux, de tests de gastéropodes.

Dans le secteur Sud, c'est un banc de sables non lités, limono-argileux, contenant des graviers dispersés dans la masse (plus nombreux à la base), de faciès Gms (Miall 1978, 1992), d'une puissance moyenne de 0,60 m, qui repose sur la paléo-surface B.

Le niveau archéologique A se situe dans la masse de 1.1. Il est constitué principalement de restes osseux, accompagnés de quelques galets bruts et taillés. Les fabriques des ossements n'indiquent pas d'orientation préférentielle statistiquement significative ( $L=10,41$ ,  $p=0,545$ ) (tableau 2, figure 9), mais leur orientation moyenne ( $MLV=269$ ) est dans le sens de la pente apparente du corps sédimentaire ( $5-6^\circ$  vers le NNO). Compte tenu des données texturales et géométriques, un écoulement en masse pourrait être à l'origine de ce dépôt.

#### L'unité 1.2

D'une puissance de 0,50 m en moyenne, elle comble un chenal plurimétrique, peu profond, emboîté dans l'unité 1.1 et reposant sur la paléo-surface B (photo 12). Elle est constituée de silts bruns (échantillon 93036), plus ou moins sableux et peu argileux ( $P_{16\phi} = 4,40$ ;  $Md_{\phi} = 5,90$ ), peu triés ( $\sigma_{\phi} = 1,67$ ). Elle contient des galets mous (échantillon 93035) de silts noirs ( $P_{16\phi} = 4,85$ ;  $Md_{\phi} = 6,00$ ), bien triés ( $\sigma_{\phi} = 1,00$ ), riches en matière organique, et quelques galets et granules (figure 8). Ce dépôt *matrix supported* correspond à un apport en masse.

Les silts noirs sont également présents sous forme de lentilles ondulées; leur cortège argileux est dominé par les illites (45%) suivies des smectites (37%), d'un mélange kaolinite-chlorite avec des traces d'hallowysite, d'interstratifiés illite-kaolinite, de quartz et de feldspaths en proportions sensiblement équivalentes. Cette association reflète une alimentation en produits d'altération de matériel volcanique (Hétier 1975), peut-être plus avancée que pour les constituants de l'unité 2.9.

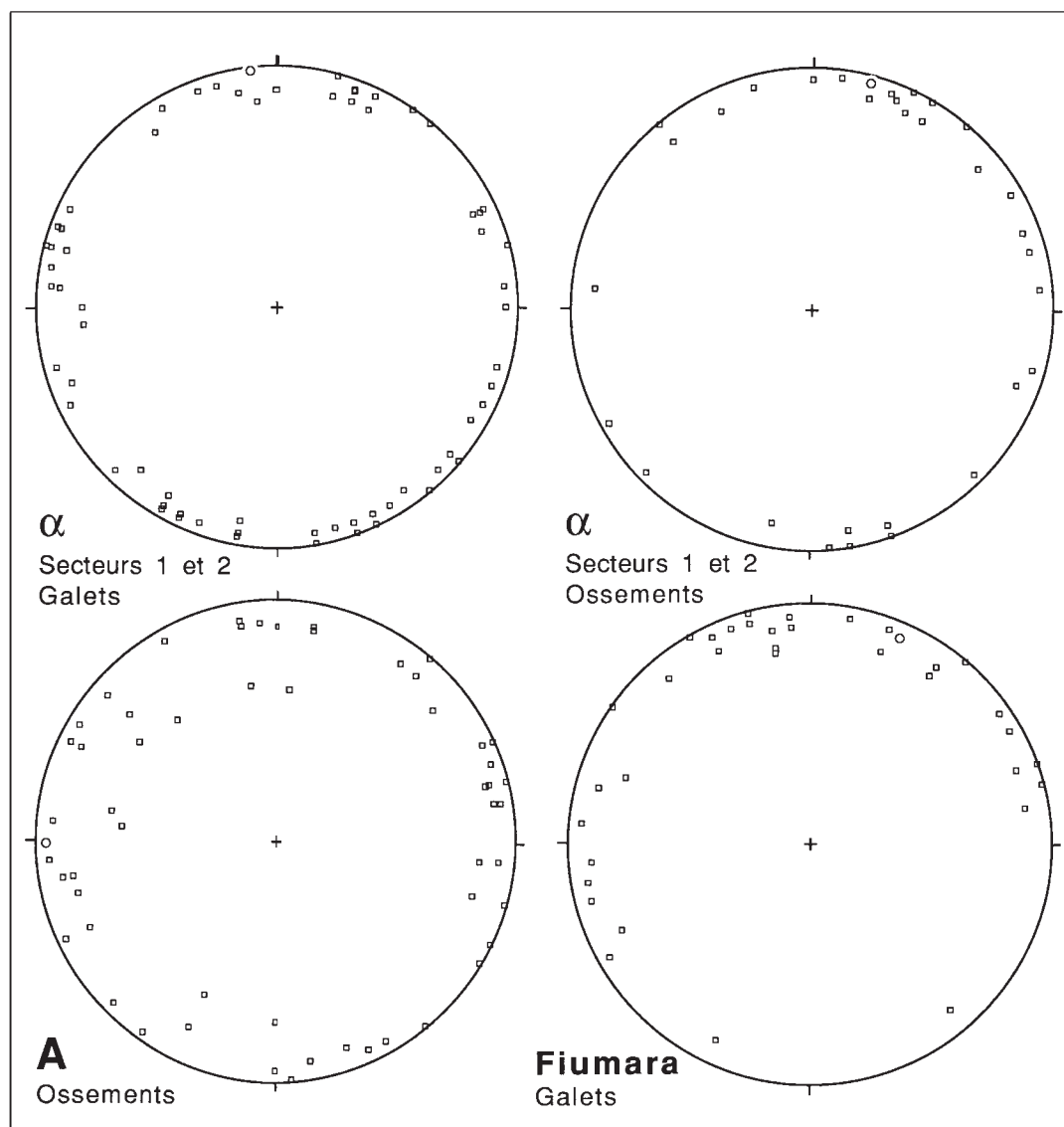


Fig. 9. Notarchirico. Unité 1. Fabriques des éléments des niveaux archéologiques A et  $\alpha$ ; comparaison avec un chenal récent de la Fiumara di Venosa.

Le contenu pollinique de ce niveau (Cattani 1996) révèle de base en haut la régression d'un boisement caractéristique d'un environnement froid (échantillons 1 et 2), puis l'instauration de conditions plus tempérées avec un boisement en espèces de climat tempéré (échantillon 4). Les apports en masse des unités 1.1 et 1.2 suggèrent donc l'existence d'une courte dégradation climatique.

### *L'unité 1.3*

D'une puissance de 0,80 m, elle est constituée d'une superposition de niveaux à granulométrie fine ou grossière et de couleur générale gris-vert. Ces dépôts dessinent une stratification par superposition de bancs à base peu creusée et largement évasée et de largeur plurimétrique (photo 12).

Fig. 10. Unité 1. Coupe stratigraphique de la paroi nord de la fouille S11.

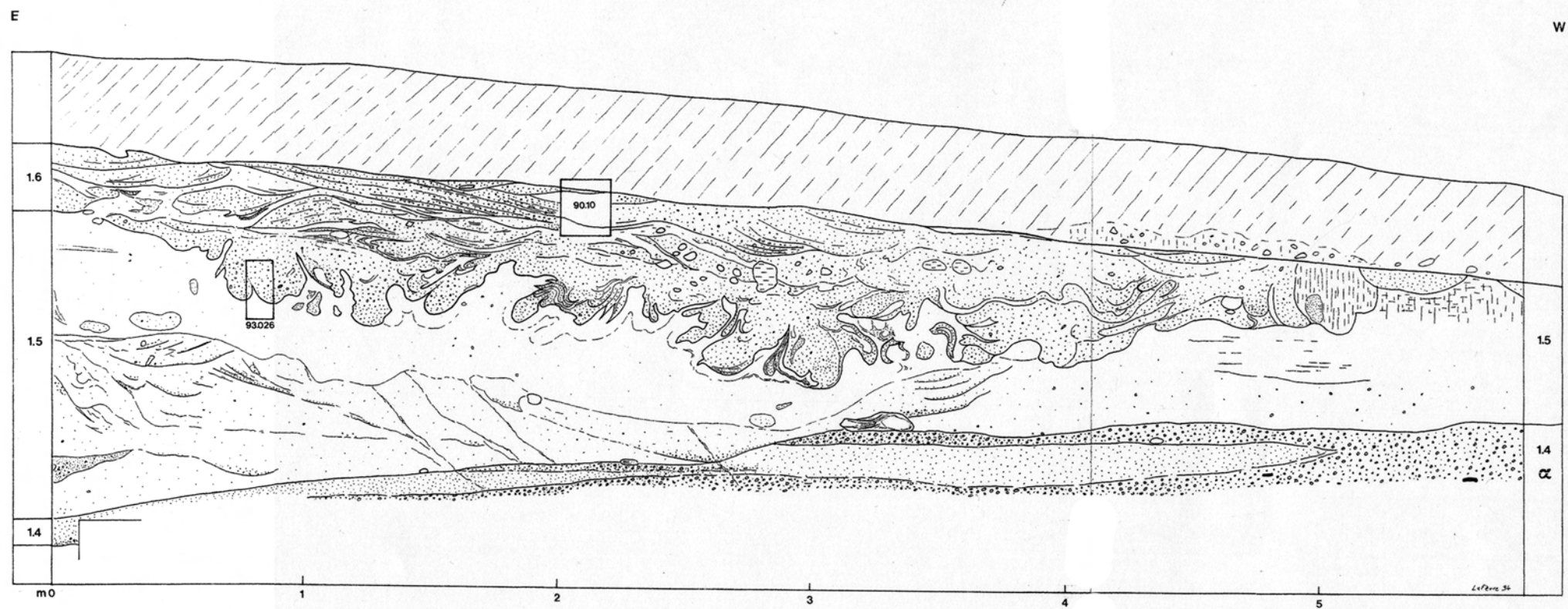
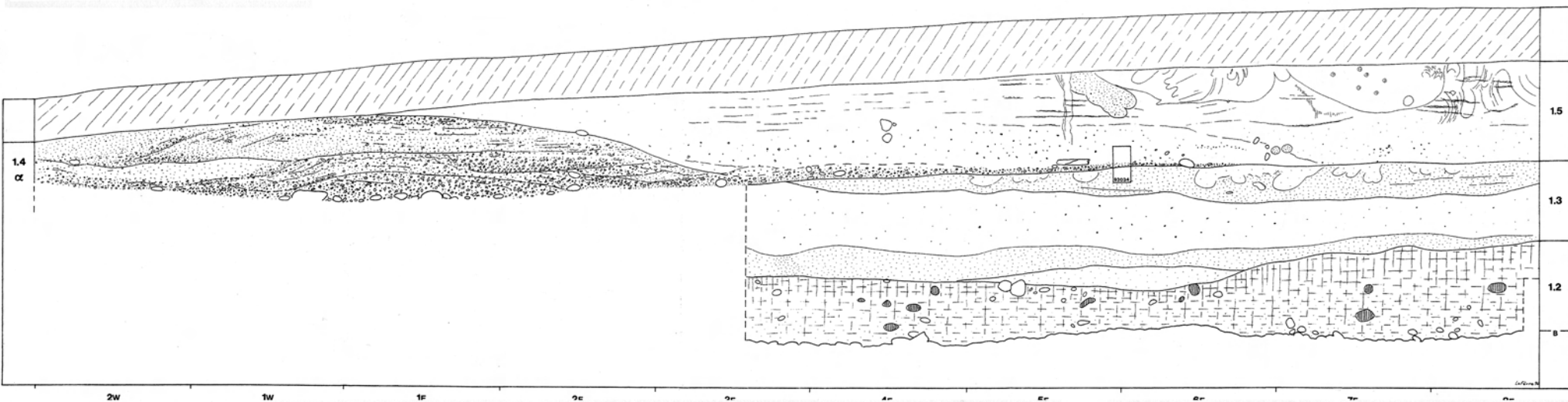


Fig. 11. Unité 1. Détail des unités 1.2.5 et 1.6. Paroi sud de la fouille S11.



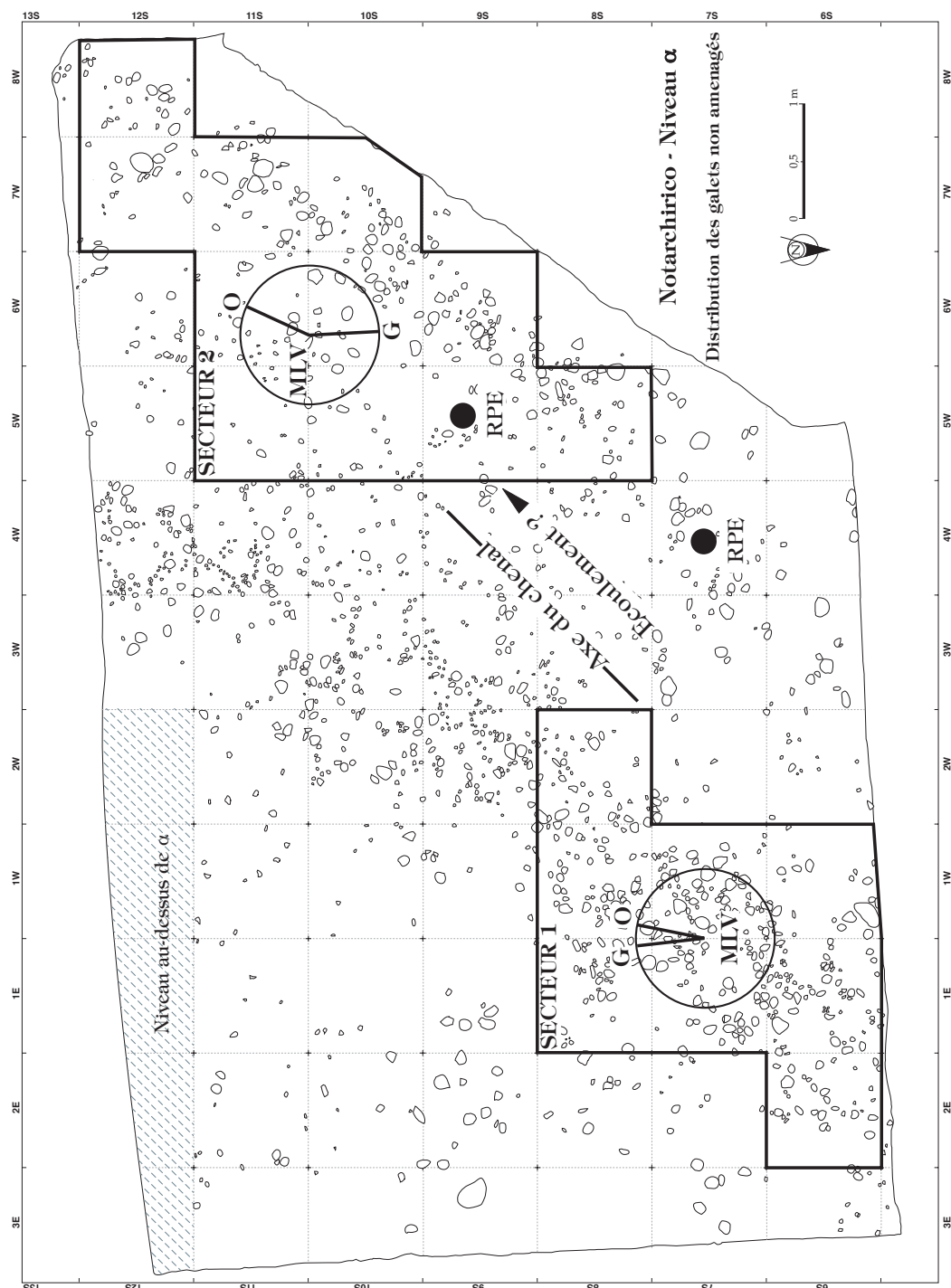


Fig. 12. Secteurs d'étude des fabriques sur le niveau alpha. MLV: Main Lincation Vector. O: ossements. G: galets. RPE: emplacement des échantillons pour datation par RPE.

Sur la coupe nord (échantillon 96008), la base est composée de silts sableux mal triés à distribution plurimodale ( $Md_{\phi} = 4,10$ ;  $\sigma_{\phi} = 2,17$ ) (figure 8). Sur la coupe sud (échantillon 93027), le faciès fin est constitué de limons sableux ( $P_{16\phi} = 3,05$ ;  $Md_{\phi} = 4,65$ ), peu triés ( $\sigma_{\phi} = 1,95$ ), à courbe granulométrique plurimodale (figure 8).

En lame mince (échantillon 93033), les lits grossiers offrent une matrice de minéraux volcaniques libres principalement de type clinopyroxène (augite et augite aegyrinique) de grandes dimensions (jusqu'à 1 mm) accompagnés de rares amphiboles brunes. Les clastes laviques (à feldspathoïdes altérés et clinopyroxène vert) sont peu abondants et rarement scorifiés et atteignent parfois 1 cm; ils sont accompagnés de clastes gréseux, de débris osseux et de tests de mollusques fragmentaires. Le granoclassement observé est inverse. Une carbonatation se développe au contact entre lits fins et grossiers.

Dans les lits sableux fins, la granulométrie est plus homogène et ses variations – granoclassement inverse – déterminent un litage. Les éléments figurés sont principalement des quartz anguleux accompagnés de quelques clinopyroxènes verts en éclats et de petite taille ainsi que de fragments de tests de mollusques; la présence d'une scorie noire vésiculée à feldspathoïdes et clinopyroxènes et d'une ponce, non roulées et relativement fraîches, peut indiquer l'existence d'apports volcaniques directs.

Le sommet de 1.3 (échantillon 93034) est grossier, riche en clinopyroxènes verts en éclats. La présence de lapilli accrétonnés ( $\phi 3$  à 4 mm) indique un matériau originel de type coulée pyroclastique, pollué par du sédiment étranger et des esquilles osseuses (photo 13).

#### L'unité 1.4

L'unité 1.4, d'une puissance maximale de 0,50 m, présente une surface basale faiblement chenalisée selon un axe SO-NE. Elle est constituée de sables, de graviers et de galets grossièrement stratifiés, de faciès Gm (Miall 1978, 1992).

À sa base (*niveau archéologique  $\alpha$* ), les éléments grossiers dessinent deux trainées peu épaisses alignées selon l'axe de la dépression (photo 14). Au-dessus (photo 15), le dépôt est d'abord *clast supported* graveleux, à litage mal exprimé. Puis on passe, latéralement et verticalement à des sables grossiers à graviers, à litage sub-horizontale à oblique mal exprimé, surmontés d'une nouvelle passée graveleuse et de sables grossiers bien classés ( $Md_{\phi} = 1,55$ ;  $\sigma_{\phi} = 2,40$ ). On note des carbonatations aux contacts entre lits de granulométrie différente. Les objets archéologiques associés à la partie supérieure du dépôt constituent le *niveau archéologique "sur  $\alpha$ "*.

Les différentes fractions granulométriques se distribuent de façon très variable:

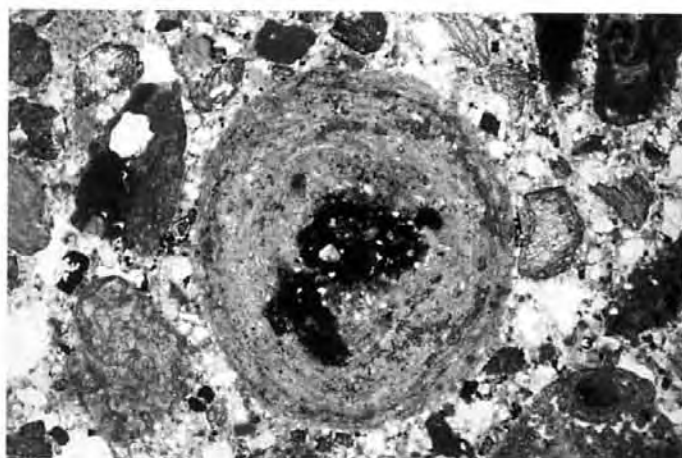
	>10mm	>5mm	>2mm	<2mm
1.4 base, éch. 93024	18,4%	29,2%	49,9%	2,5%
1.4 base, éch. 93025	36,2%	34,9%	28,1%	0,9%
1.4 sommet, éch. 96009	3,5%	10,1%	19,7%	80,3%

Le spectre pétrographique de la fraction grossière (>2mm) de la base de 1.4, déterminé en lame mince (échantillon 93025), est dominé par des calcaires (37%), suivis de grès (32%), de quartzites (13%), de laves souvent altérées (12%) et de grains polyminéraux de socle (6%).

La fraction fine (<2mm), très peu abondante, est sablo-limoneuse ( $Md_{\phi} = 1,20$  à 1,45), très mal triée et présente des courbes granulométriques plurimodales (figure 8). En lame mince (échantillon 93025), la matrice apparaît formée de pyroxènes et de quartz et comporte en outre de gros minéraux libres (clinopyroxènes de type augite et feldspaths) et des fragments osseux.

Les fabriques des éléments dégagés par la fouille et constituant le *niveau archéologique  $\alpha$*  ont été étudiées en deux secteurs (figure 12, tableau 2). Dans le secteur nord comme dans le secteur sud (figure 9), les galets montrent une distribution aléatoire au seuil de 0,05 pour p; les ossements du secteur nord ont une orientation principale non aléatoire ( $L=49,77$ ,  $p=0,012$ ), sur un échantillon hélas très insuffisant. Si on regroupe les échantillons des deux secteurs, les galets ne montrent pas d'orientation préférentielle statistiquement significative mais les ossements, en revanche, pré-





13 (fig. 31, f.t.)



14



15 (fig. 32, f.t.)

Photo 13. Notarchirico. Épiclastite du niveau 1.3, éch. 93034, LN X20. Lapilli accréionné ( $\phi$  3mm) présentant au centre un fragment de lave altérée à clinopyroxène vert.

Photo 14. Notarchirico. Vue générale de la paléosurface  $\alpha$ , dans l'axe du chenal, écoulement vers le lecteur.

Photo 15. Notarchirico. Détail de l'unité 1.4.

Photo 16. Notarchirico. Épiclastites des unités 1.4 à 1.6 avec déformations en *convolute bedding*; à gauche en haut, emplacement de l'échantillon daté par thermoluminescence.



16

sentent une orientation principale non aléatoire ( $L=34,34$ ,  $p=0,018$ ). La géométrie de 1.4 indique une mise en place dans un chenal peu creusé d'axe N45. Les galets sont orientés majoritairement subtransversalement à l'axe du chenal; les ossements sont plutôt orientés en sub-conformité à l'axe du chenal. Les pendages les plus fréquents sont en moyenne de 7° vers le NE, et indiqueraient un sens d'écoulement local vers le SO (figure 12).

En octobre 1995, l'étude d'un chenal de crue plurimétrique de la Fiumara di Venosa, à faible rayon de courbure et orienté N70° avec un écoulement dirigé vers le Sud-Ouest, remaniant des éléments grossiers analogues à ceux du niveau 1.4, a montré une disposition des éléments allongés de l'axe du chenal selon des directions sub-transverses à l'écoulement (tableau 2, figure 9), mais le regroupement observé des axes des objets ( $L=16,79$ ) reste aléatoire ( $p=0,306$ ).

Nous avons prélevé deux dents de mammifères au sein du niveau archéologique  $\alpha$  pour datation par RPE (figure 12). La grande variabilité des âges moyens obtenus par les différents modèles d'enrichissement en uranium (Rhodes, Grün, ce volume) n'est sans doute pas étrangère aux avatars de sédimentation et de fossilisation suggérés par les caractères lithologiques décrits *supra*.

### L'unité 1.5

Elle dessine un chenal pluridécamétrique à base ondulée qui érode localement 1.4 et ravine partiellement 1.3. Elle se compose de plusieurs niveaux de tephres remaniées passant à une sédimentation sableuse fine de plus en plus litée, avec une alternance de lits détritiques fins et de lits carbonatés. On note la présence de figures en chenaux avec failles de tassement et figures de charges. La puissance préservée est de 1,25 m.

La base de cet ensemble (1.51, échantillon 93028) est constituée de sables limoneux ( $P_{16\phi} = 1,15$ ;  $Md_{\phi} = 3,45$ ), très mal triés ( $\sigma_{\phi} = 2,50$ ), à courbe granulométrique plurimodale (figure 8).

En lame mince, la base de 1.5.1 (échantillon 93034) est constituée d'une matrice sableuse à quartz anguleux, associés à des clinopyroxènes verts de petites dimensions; on note la présence d'un lapilli accréionné à coeur de lave vésiculée claire à feldspathoïdes et clinopyroxène vert. On observe une fissuration horizontale qui recoupe sédiment et éléments grossiers. Son remplissage présente une polarité marquée: au toit, une sparite en palissade puis une carbonatation micritique lâche continue à pellets.

On note en lame mince la présence de quelques fragments osseux dans 1.5.1 (échantillon 93029) qui représentent sans doute un remaniement des niveaux archéologiques " $\alpha$ " sur  $\alpha$ ". La matrice est très riche en quartz, clinopyroxènes et feldspaths (ce qui est nouveau dans la séquence). La fraction clastique, outre des calcaires et des fragments osseux, comporte des laves – dont certaines à fantômes d'haiyne – et des scories, certaines très fraîches à verre non altéré, indiquant donc un faible transport. Les minéraux libres et les clastes portent des revêtements externes carbonatés polyphasés.

En lame mince, la partie supérieure de 1.5.2 (échantillon 93030 base), offre une matrice nettement plus carbonatée, litée, enrobant des clinopyroxènes et quelques feldspaths libres, des quartz anguleux, des clastes de calcaire et de grès, des fragments osseux et des fragments laviques arrondis. Mais les grains ne sont pas revêtus comme dans 1.5.1. On note la présence d'hyporevêtements micritiques autour des vides.

Sur la coupe sud du site, un chenal avec failles synsédimentaires (1.5.3) recoupe 1.5.2 et 1.5.1. En lame mince (échantillon 93030 sommet), le sédiment est nettement plus riche en petits éclats de clinopyroxène vert (99%) et les grains sont fréquemment revêtus de carbonates micritiques. Le sommet de 1.53 (échantillon 93031) est constitué de limons peu sableux ( $P_{16\phi} = 4,30$ ;  $Md_{\phi} = 6,00$ ), peu triés ( $\sigma_{\phi} = 1,65$ ) mais à courbe granulométrique unimodale (figure 8), et l'on note la présence d'amas carbonatés pulvérulents pluricentimétriques.

Le contenu pollinique identifié dans l'unité 1.52 (échantillon 13) (Cattani 1996) indique des espaces très découverts et la présence discrète d'espèces arboréennes d'environnement froid.

### L'unité 1.6

Elle est constituée de matériel téphrique associé à quelques galets; des minéraux volcaniques libres et des scories de dimensions variées plus ou moins roulées sont abondants. Elle comble des chenaux (faciès Ss) où l'on observe de nom-



breuses déformations de type *convolute bedding* (Reineck, Singh 1980) (photo 16). L'interprétation de ces déformations fait généralement appel à phénomènes de liquéfaction différentielle (Williams 1960) ou de charge différentielle (McKee, Goldberg 1969), voire de vibrations ou d'ondes de choc (Kuenen 1965): dans le contexte local, nous privilégierions volontiers l'hypothèse sismique... Le sommet du dépôt est plus régulièrement lité en fuseaux et consolidé (faciès Sp). La puissance moyenne conservée est de 0,50 m.

L'analyse granulométrique (échantillon 93026) caractérise des sables grossiers ( $P_{16\phi} = 0,40$ ;  $Md_{\phi} = 0,80$ ) très bien classés ( $\sigma_{\phi} = 0,60$ ) (figure 3).

En lame mince (échantillon 93026), le matériel confirme son origine volcanique et présente un aspect "frais": nombreuses scories vésiculées ou plus denses, gros clinopyroxènes, grandes "lattes" de feldspath avec verre accolé, fragments laviques à haüyne, laves très fines grises, laves à biotite, haüyne et clinopyroxène vert. Par rapport aux dépôts antérieurs, on observe donc un renouvellement du stock volcanique par des apports frais.

Le sommet du dépôt (échantillon 9010) montre une forte dominance des éléments d'origine volcanique (70%), accompagnés de grains de feldspath, quartz, calcaire et grès, aux formes souvent arrondies.

Les caractères faciologiques et granulométriques caractérisent donc des retombées ayant subi un remaniement en milieu hydrique. Une datation TL sur quartz indique pour ce niveau un âge d'environ 0,21 Ma (Pilletre *et al.*, ce volume), mais la nature de l'échantillon et son microenvironnement (perméabilité et proximité de la surface) n'offraient pas les meilleures garanties.

#### *L'unité 0*

Elle regroupe les dépôts récents présents au sommet des coupes. Elle se décompose en:

- unité 0.1 - Chenaux colmatés de colluvions fines pédogénisées,
- unité 0.0 - Horizon labouré.

### 3 - CONCLUSIONS

Le *Complexe de Notarchirico* est peu épais et correspond sans doute à un bilan d'accumulation relativement court. Les caractères analytiques et les interprétations dynamiques sont rassemblés dans le tableau 3.

Les différents faciès rencontrés correspondent pour l'essentiel, à des remplissages de paléo-chenaux peu creusés sous l'action de courants de faible énergie. Les directions d'écoulement sont difficiles à établir à partir d'affleurements aussi réduits. De plus, l'activité tectonique attestée depuis le Pléistocène inférieur a sans nul doute modifié les pentes originelles des dépôts. Les paléo-écoulements des unités 3 et 2 semblent dirigés vers le cadran Est, alors que ceux responsables de la mise en place des différentes sous-unités de 1 sont dirigés vers le cadran Ouest (Nord-Ouest pour 1.1, Sud-Ouest pour 1.4).

Les rythmes d'accumulation sont largement dépendants des émissions de téphras émises par le Vulture. Elles sont le plus souvent remaniées, mais des apports volcaniques *frais* sont notés jusqu'au sommet de la séquence étudiée qui est donc, dans son ensemble, contemporaine de l'activité éruptive régionale. Seul le complexe téphrique 2.1 à 2.4 comporte des cinérites en position primaire déposées dans un environnement d'eau stagnante. Les fines sont héritées des faciès d'altération des matériaux téphriques. Aucun paléosol n'interrompt cette aggradation, mais on observe dans l'unité 2 des faciès de fin de séquences avec développement de structure polyédrique et primatique, bioturbations et carbonatations.

Les niveaux à galets intercalés sont le résultat de processus de déstabilisation des versants qui interviennent systématiquement après des arrivées massives de téphras et déclenchent des apports latéraux par des dynamiques qui restent à préciser (flots de débris, laves torrentielles?). Ces apports jusqu'au lit majeur subissent un lavage entraînant une rési-

dualisation par éluviation et concentration relative des éléments grossiers qui aboutit dans certains cas à une disposition jointive en “pavage” (paléo-surfaces B et F par exemple). Ces pavages sont donc des surfaces polygéniques à valeur de diasthème dont la signification en terme de durée ne peut être évaluée.

L'unité 2 traduit, pour l'essentiel, une accumulation en ambiance biostatique interrompue par des crises rhexistatiques locales à commande volcanique.

Dans l'unité 1 en revanche, des apports détritiques spécifiques rendent compte de fluctuations climatiques également attestées par la palynologie (Cattani 1996): les apports en masse de l'unité 1.2 (et probablement 1.1) sont intervenus en ambiance fraîche et humide et la nette signature éolienne dans l'unité 1.5 va de pair avec une raréfaction du couvert arboréen. L'unité 1 semble donc enregistrer l'amorce d'une dégradation climatique.

L'âge du gisement repose en premier lieu sur des corrélations téphrostratigraphiques régionales. La durée de l'activité principale du Vulture est relativement brève et concentrée entre 0,74 et 0,56 Ma (Brocchini *et al.* 1994; La Volpe, Principe 1989, 1994). La mise en place de la *Formation de Piano Regio* a dû être relativement rapide (0,75 à 0,65 Ma environ). A son toit, le *Complexe de Notarchirico*, enregistre des apports directs ou remaniés en provenance du volcan et les datations TL (Pilleyre *et al.*, ce volume) et RPE (Rhodes, Grün, ce volume) suggèrent un âge maximum du même ordre (0,7 Ma environ) pour sa base. La cinérite du niveau 2.4 dénommée *Téphra de Notarchirico*, mise en corrélation avec d'autres cinérites datées de composition chimique identique (Vernet *et al.*, ce volume), conforte l'estimation la plus haute des datations précitées. Située dans le Pléistocène moyen ancien vers  $640 \pm 40$  ka, cette cinérite est la seule retombée directe identifiée avec certitude dans un site acheuléen d'Italie méridionale.

Les interruptions de sédimentation indiquées par les pavages, en particulier la paléo-surface B, et apparemment confortées par la dispersion des dates RPE en deux groupes, n'autorisent cependant pas à diviser le remplissage en deux unités très éloignées dans le temps. Les critères lithostratigraphiques et volcanologiques évoqués *supra* s'y opposent, d'autant que la phase d'incision du relief qui leur est postérieure, puis le dépôt de la *Formation de Tufarelle*, sont également contemporains de l'activité principale du Vulture.

Les corrélations téphrostratigraphiques et les datations sont confortées par les conclusions de l'étude paléontologique (Cassoli *et al.*, ce volume; Sala, ce volume). L'âge du site de Notarchirico est proche de celui d'Isernia, aujourd'hui ramené en-deçà de la limite Brunhes-Matuyama, en particulier sur des critères micropaléontologiques (Sala, ce volume; von Koenigswald, van Kolfschoten 1996).

Le *Complexe de Notarchirico* représente donc sans doute un bilan d'accumulation relativement bref, dans une structure d'accueil fluviale, sous contrôle volcano-sismique et climatique, vers 0,6 Ma. Cet enregistrement traduit le passage d'une phase de biostasie vers des conditions climatiques plus sévères. Les enregistrements de la commande climatique dans le Pléistocène moyen ancien sont complexes (Turner 1996), en particulier dans le stade isotopique 15 (Bassinot *et al.* 1994). La phase de biostasie et l'amorce de dégradation climatique enregistrées à Notarchirico ne peuvent encore être rapportées avec précision à une des oscillations des enregistrements globaux.

Crédit illustrations: sauf mention particulière, les levés, dessins et photographies sont des auteurs.

Remerciements: Mosshine El Graoui a fabriqué les lames minces à l'Institut du Quaternaire de l'Université de Bordeaux 1, UMR 9933 CNRS. Bertrand Kervazo a caractérisé par diffractométrie X les minéraux argileux au Centre National de Préhistoire de Périgueux, UMR 9933 CNRS. Jean-Pierre Texier et Pascal Bertran ont mis à disposition leur documentation concernant les fabriques. Les missions de terrain et les travaux de laboratoire ont été financés par la Soprintendenza Speciale al Museo Nazionale Preistorico Etnografico “L. Pigorini” di Roma, l'Institut du Quaternaire de l'Université de Bordeaux 1, URA 133 et UMR 9933 CNRS, le Laboratoire de Géomorphologie et d'Etude du Quaternaire de l'Université des Sciences et Technologies de Lille, la Région Aquitaine dans le cadre du projet *Espaces volcaniques préhistoriques* et le GDR 1122 CNRS *Hommes et Volcans avant l'Histoire*.



## SUMMARY

## Lithostratigraphy of the Acheulian site of Notarchirico

*The important prehistoric complex of the Venosa Basin is composed of the sites of Loreto and Notarchirico. A new lithostratigraphic framework directly correlated with regional volcanism has been established. The archaeological levels at Loreto belong unequivocally to Member C of the Tufarelle Formation, the most recent stratigraphic unit of the early Middle Pleistocene record in the basin (Lefèvre et al. 1993, 1994, this volume; Vernet et al., this volume).*

*The fossiliferous deposits brought to light since 1979 by the excavations at Notarchirico only represent the uppermost part of a volcanic sedimentary series recovered from a core (Vn 80) obtained in 1980 at 364,5 m OSL (Piperno, Segre 1982; Segre, Piperno 1984; Belli et al. 1991) (Fig. 1).*

*A new core was obtained in 1988 in the deposits below the oldest archaeological level (H) at 354,5 m OSL (Fig. 1). This consists of related and repeated volcanic and epiclastic facies, as well as discrete calcified levels which allowed the Piano Region Formation, the oldest stratigraphic unit of the early Middle Pleistocene record in the basin, to be clearly defined (Lefèvre et al., this volume).*

*The archaeological levels at Notarchirico rest on the classic facies of the Piano Regio Formation which pre-date those of the Tufarelle Formation containing the archaeological levels of the neighbouring site of Loreto.*

*The deposits visible in the Site Museum have been provisionally named the Notarchirico complex (Tab. 1) and are described below.*

### 1. Units 4 and 3

*Above archaeological level G, the upper part of unit 4 (0,50 m) consists of the facies type Gms (Miall 1978, 1992) (Fig. 3). It exhibits numerous deformations indicative of convolute bedding (Reineck, Singh 1980).*

*Unit 3 is a coarse volcanic sediment about 0,50 m thick. From bottom to top it consists of:*

- *trough cross-bedded sand, facies St of Miall (1978, 1992) interpreted as having formed as dunes and sand waves;*
- *flat bedded sands (facies Sp of Miall);*
- *an unstratified gravel-rich sediment, the top of which consists of a continuous pebble bed (archaeological level F) indicative of base load deposition from slow flowing water in a channel. The fine*

*sediments have been washed out from between the cobbles leaving the appearance of a paved surface.*

*The sedimentary structures, granulometric characteristics, rounding of the scoria and the high concentration of large free mineral particles show that the sands of unit 3 were emitted as coarse volcanic ash which was reworked and resorted in a low flow drainage regime.*

### 2. Unit 2

*This unit of volcanic sediments has an average thickness of 2.50 m (Photos 1-2)*

#### Unit 2.1

*Consisting of coarse to fine sand with a predominance of green automorphic clinopyroxenes (Photo 2), this unit shows a mixture of sedimentary constituents (Fig. 3). The sorting of the particles is poor for a water transported sediment but good for a volcanic fall. No structure indicative of a water reworking has been recognised. Deformations resulting from the difference in plasticity between the fine and coarse tephrae are post-depositional. Unit 2.1 is the result of a distal discharge falling into still water followed by very limited reworking. The probability of contamination is therefore low. A TL date on quartz gives an age estimate of about 0,64 Ma for this level (Pilleyre et al., this volume).*

#### Unit 2.2

*Macroscopically this consists of a compact white sediment, not calcified and like talc to touch (Photo 2). Microscopically, it is an accumulation of volcanic glass sherds (particles 25 to 100 mm) mixed with rare minerals (biolite and green clinopyroxene). It results from a fine, direct distal fall of ash falling into still water.*

#### Unit 2.3

*Macroscopically this is a compact sandy lamina, grey-pink in colour, not calcified and without evident bedding (Photo 2). Under the microscope an accumulation of volcanic glass, largely obscured by recrystallisation of micritic carbonates in the matrix, can be observed. The free minerals (green clinopyroxene, biotite) are quite numerous and microlithic.*

#### Unit 2.4

Macroscopically, this is a 0.20 m thick, compact white micaceous layer which is like talc to touch (Photo 2). In this unit an un-bedded compact accumulation of unaltered volcanic glass sherds with occasional minerals (biotite, green opaque clinopyroxenes) can be seen. The upper part of the bed has been affected by horizontal fissuring with oblique planar cross bedding the fills of which have been secondarily carbonated (Photo 3). The pumice sherds indicate an initial, relatively viscous, magma dispersed by a Plinian eruption of which a distal ash product has been recorded and preserved here. The chemical composition is trachytic.

The ash of level 2.4, called the Notarchirico Tephra (Vernet et al., this volume), would therefore have been trapped on still water. This is the only direct fall identified with certainty on an Acheulian site in southern Italy during the Middle Pleistocene, dating to about  $640 \pm 40$  ka.

#### Unit 2.5

This consists of light grey volcanic sands, 0.10 m thick, cemented by carbonates, with lenses of coarse reworked tephra. At the bottom, excremental infillings of cracks indicates significant biological activity after the deposition.

At the top of Unit 2.5, numerous pebbles, lithic objects and bones form archaeological levels E and E1. The non-humanly derived material derives from basal sediment load being deposited in slightly braided channels. The elongated pebbles in E1 have an average orientation conforming to the direction of the actual slope of the layer with variable inclinations. The majority of the bones are aligned transverse to the actual slope of the surface of this layer (Tab. 2, Fig. 4).

#### Unit 2.6

Consisting of volcanic sediments with a maximum thickness of 1.00 m, the most important characteristic of this unit is its granulometry which is indicative of firstly a progressive increase in activity, then cessation of activity (Fig. 5). This is followed by archaeological level D (Photo 4).

From the bottom to top level D consists of:

- poorly sorted, silty coarse to silty sands grading into plurimodal and poorly sorted sandy silts, locally interspersed with sandy laminae lacking any volcanic constituents;
- the deposits of facies F1 (Miall 1978, 1992) composed of bedded sandy or clayey silts interspersed with components of grey volcanic silty sands including fibrous pumice. These have been affected by small festoon deformations about ten metres across;
- a channel (Photo 4) on axis N60 filled with fine grey sands with small-scale cross bedding (Miall facies St) changing upwards

into small dunes with curved crests (Miall facies SL) (Reineck, Singh 1980; Miall 1992);

- closer to the top, the deposits change to facies F1 (Miall 1978, 1992). Here they consist of fine sands and silts, which are finely bedded and affected by numerous convolute bedding deformations more than ten metres across (Reineck, Singh 1980) (Photo 6).

The top of 2.6 incorporates archaeological level D. It consists of base load sediments partially reworked by the erosion and removal of the fine fraction causing the localised formation of jointed cobble paving. The average orientation of the objects in archaeological level D is identical to that of the pebbles in E1 (Tab. 2, Fig. 4). Limestones dominate the petrology of the pebbles, followed in frequency by quartzites and sandstones (Fig. 6).

#### Unit 2.7

This unit is only preserved in the western part of the site (sample 93017 and 93018) where it has a thickness of 0.40 m. It consists of fine leucocratic silty sands, clayey silts (Fig. 7) and pumice, with normal graded-bedding.

#### Unit 2.8

Composed of facies F1 deposits (Miall 1978, 1992), this unit consists of fine green sands, interspersed with clayey lamina, of maximum thickness of 0.45 m (Photo 7).

#### Unit 2.9

In the eastern section a narrow channel with a low flow rate can be observed incised into the deposits of unit 2.8 and filled with relatively fine sands (Fig. 7).

These pass upwards into a brown-pink silty-clayey deposit (Fig. 7) with a thickness of 0.30 m, having a cross-bedded microstructure (facies F1, Miall 1978, 1992) (Photo 8). It is affected by intense vertical fissuring giving a prismatic structure. The range of clay minerals indicates an input of volcanic material and their alteration products produced in a climate of contrasting seasons (Hétier 1975).

#### Unit 2.10

The contact between 2.10 and the underlying units 2.7-2.9 undulates and forms a slight palaeo-depression. At its base, Unit 2.10 incorporates archaeological level C and at the top palaeosurface B. Its 0.70 m thickness is made up of relatively coarse, variably sized sand beds many metres across containing important volcanic structures (Fig. 7). Pollen analyses (Cattani 1996) indicate the existence of an open environment with a discrete woodland of temperate arboreal species at the base of the deposit, which became more important towards the top of

the deposit. Whether there is a cause and effect relationship between the volcanic activity responsible for the spread of important tephra masses in the regional environment and variations in the vegetation cover, is being investigated through the pollen record.

Load casts are seen below the objects of archaeological level C (Photo 7). The fabric of these items is significantly orientated (Tab. 2, Fig. 4) suggesting a debris-flow deposit.

Palaeosurface B is an undulating bed of jointed pebbles forming a pavement across the top of coarse sands and gravels of Unit 2.10 (Photos 9 and 10). At the different points studied, the fabric of the pebbles has no significant preferred orientation (Tab. 2). The flows from which they were deposited had a supposed W/NW to NW orientation.

### 3. Unit 1

This upper complex of volcanic sediments is 2.5 m thick and is composed of several sub-units, all of which are slightly calcified (Photo 11).

#### Unit 1.1

In the northern sector there is a bank of gravels and bedded sands of the Gms facies (Miall 1978, 1992) passing up into clayey silts with an overall thickness of 0.30 m. Palaeosurface B rests on top of this Unit (Photo 12).

In the southern sector palaeosurface B occurs on top of a bank of sands containing dispersed gravels, but lacking any evidence of bedding. It has a thickness of 0.6 m.

Archaeological level A is incorporated in the body of Unit 1.1, and consists mainly of bones and some rough pebbles and flakes. The bones do not show any preferred orientation (Tab. 2; Fig. 9). Textural and geometric evidence suggests this Unit results from a mass flow.

#### Unit 1.2

Resting on palaeosurface B and having a thickness of 0.50 m, Unit 1.2 is a shallow channel feature of variable dimensions within Unit 1.1 (Photo 12). It consists of brown silts and incorporates mud balls of black silts rich in organic matter (Fig. 8). This matrix-supported deposit was brought in by mass movement.

The brown silts also occur in undulating lenses. Their clay constituents reflect an input of altered volcanic material (Hétier 1975). The alteration may be more advanced than that observed on the particles in unit 2.9.

The pollen content of this level (Cattani 1996) indicates a regression of woodland characteristic of a cold environment at the bottom (samples 1 and 2), followed by more temperate conditions and the appearance of wooden areas composed of temperate climate species

(sample 4). The mass movement of material making up of Units 1.1 and 1.2 suggests the occurrence of a short climatic regression.

#### Unit 1.3

This unit, 0.80 m thick consists of superimposed levels of fine to coarse sediments generally grey-green in colour. The stratification of these deposits is formed by the superpositioning of banks, slightly crossed at the base and widening laterally to variable widths (Photo 12). At the top of Unit 1.3, the presence of accretionary lapilli indicates that the original material was derived from a pyroclastic flow which was subsequently contaminated by exotic sediments and bone fragments (Photo 13).

#### Unit 1.4

Unit 1.4 has a maximum thickness of 0.50 m. It has a slightly channelled basal surface on a southwest - northeast axis. The Unit is composed of coarsely stratified sands, gravels and pebbles of facies Gm (Miall 1978, 1992). The silty sand's fine fraction is very badly sorted (Fig. 8). At its base (archaeological level a), the coarse elements form two thin trains along the axis of the depression (Photo 14). Above this (Photo 15), the deposit consists of an initial clast-supported gravel with poorly formed sub-horizontal to oblique bedding overlain by another gravelly deposit and well sorted coarse sands. The archaeological objects associated with the upper part of the deposit constitute the archaeological level "on  $\alpha$ ".

The fabric of each element making up the archaeological level revealed by excavation has been studied in two sectors (Figs. 9, 12; Tab. 2). Only the bones show a statistically significant main orientation.

Two mammal teeth from archaeological level A were submitted for dating by ESR (Fig. 12). The large variation in the average ages obtained by the different uranium enrichment models (Rhodes and Grün, this volume) is not surprising given the changes to which the sediments and fossils were subjected, as suggested by the lithological characteristics described above.

#### Unit 1.5

This unit forms a huge channel many metres across with an undulating base which has eroded Unit 1.4 in places and also partially cut into Unit 1.3. Unit 1.5 is composed of several layers of reworked tephra passing into fine sandy sediments more or less bedded, with alternate beds of fine detritus and calcified layers (Fig. 8). The presence of load faults and load structures in the channel is notable. The unit is preserved to a thickness of 1.25 m.

The pollen content identified in Unit 1.52 (sample 13) (Cattani 1996) indicates very open spaces and the presence of isolated cold climate tree species.



#### Unit 1.6

Unit 1.6 is made up of tephric material with some pebbles and overflow from the channels (facies Ss) where numerous deformations of convolute bedding have been observed (Reineck, Singh 1980). The summit of the deposit is more regularly bedded into lenses and is well consolidated (facies Sp). The average preserved thickness is 0.50 m. The facies characteristics and granulometry (Fig. 3) are indicative of volcanic falls occurring over the drainage network and reworked by currents.

At the top of the series, Unit 0 is composed of recent deposits exposed at the top of the section and partly disturbed.

#### 4. Conclusion

The Notachirico Complex is not very thick, and without doubt, represents a relatively short period of accumulation.

The different facies recognised correspond essentially with the fills of meandering palaeo-channels, slightly crossed as a result of the action of low energy currents. The flow directions are difficult to establish from the rather small surfaces exposed. Moreover the original slopes of the deposits have undoubtedly been modified by tectonic activity since the Lower Pleistocene. The palaeo-flows of unit 3 and 2 appear to have been directed towards the east face, then those which deposited the different sub-units of 1 were directed towards the west (northwest for 1.1, southwest for 1.4). The phasing of accumulation was largely dependent on the periodic emission of tephra from Monte Vulture. These have usually been reworked over the site, but fresh volcanic output has been noted right at the top of the sequence studied. Within the suite of deposits, this output must be contemporary with the eruptive activity of the region. Only tephra complexes 2.1 to 2.4 incorporate ash in primary context. This was deposited onto in still water. The fine fractions are derived from the alteration facies of the tephra materials. No palaeosol interrupts this aggradation, but polyhedral and prismatic structures, bioturbation features and calcification developed in the facies at the end of the accumulation phase of Unit 2. The levels incorporating pebbles are the result of slope destabilisation processes which intervened systematically after the arrival of the tephra masses and the release of lateral contributions by dynamic events which remain to be determined (debris flows, lava torrents). These deposits have been saturated by water at maximum flow rates resulting in scouring, elutriation and the consequent concentration of coarse materials. In some instances, these processes have produced jointed cobble arrangements or "pavements" such as those exhibited by palaeo- surfaces B and F. These pavements are therefore polygenic surfaces representing diastems, the duration of which remains to be ascertained.

Unit 2 accumulated essentially under conditions of biological stasis interrupted by volcanically controlled, local rheostatic crises.

By contrast, in Unit 1, specific sedimentary deposits indicate climatic fluctuations which are confirmed by the palynology (Cattani 1996). The deposition 'en masse' of Unit 1.2 (and probably 1.1) occurred under cool, humid conditions and the clear aeolian signature in Unit 1.5 corresponds with a decline in tree cover.

The dating of the site depends primarily on regional tephrostratigraphic correlations. The duration of the main activity of Monte Vulture is relatively short and concentrated between 0.74 and 0.56 Ma (Brocchini et al. 1994; La Volpe, Principe 1989, 1994). The build up of the Piano Regio Formation was probably relatively rapid (about 0.75 to 0.65 Ma). At the top, the Notachirico Complex has direct or reworked input from the volcano's products, as well as TL (Pilleyre et al., this volume) and ESR (Rhodes, Grün, this volume) age estimates which together suggest a maximum age of the same order (about 0.7 Ma) for its base. The ash of level 2.4, called the Notachirico Tephra, correlates with other dated ash accumulations of the same chemical composition (Vernet et al., this volume) and confirms the oldest dates previously cited. Occurring in the early Middle Pleistocene about  $640 \pm 40$  Ka, this ash is the only fall certainly identified in a southern Italian Acheulian site.

The interruptions in sedimentation indicated by the presence of pavements, particularly palaeosurface B, and apparently confirmed by the dispersal of the ESR dates into two groups, do not necessitate a division of the deposits into two units greatly separated in time. The lithostratigraphy and volcanology described above rule out a long time span for the deposits because the later phase of down-cutting of the relief and the deposition of the Tufarelle Formation are contemporary with the main activity of Monte Vulture.

The tephrostratigraphic correlations and the age estimates are confirmed by the conclusions of the palynological research (Cassoli et al., this volume; Sala, this volume). The age of the site is close to that of Isernia, now placed at the Brunhes-Matuyama boundary on the basis of its micro-paleontology (Sala, this volume; von Koenigswald, van Kolfschoten 1996).

Without doubt, the Notachirico Complex represents a relatively brief phase of accumulation in a fluvial regime under volcano-seismic and climatic control about 0.6 Ma ago. This record shows the transition from a phase of biological stasis to more severe climatic conditions. Records of climatic change in the early Middle Pleistocene are complex (Turner 1996), particularly in isotope stage 15 (Bassinot et al. 1994). The phase of biological stasis and the beginning of climatic degradation recorded at Notachirico cannot be linked precisely to one of the oscillations in the global record.